

Periodicals Kobe Marine Observatory

Bulletin

#167

#167

700

2

B

神戸海洋気象台彙報

LIBRARY

SEP 1 1961

FISH & WILDLIFE SERVICE

第167号

Bulletin

of the

KOBE MARINE OBSERVATORY

No. 167

KOBE, JAPAN

June 1961

従来の刊行物 “神戸海洋気象台欧文報告” と “神戸海洋気象台彙報” とを併合し、
今後は “神戸海洋気象台彙報” として刊行する。

“Memoirs of the Kobe Marine Observatory” and “Bulletin of the Kobe Marine Observatory”
issued so far are now combined into one new publication which will be issued under the name of
“Bulletin of the Kobe Marine Observatory” from this issue onwards.

目 次

No.			
1.	台風移動の加速度に関する統計的調査	太 田 盛 三	
2.	台風の子報に関する統計的調査について(その2)	川 鍋 安 次	
3.	台風の子報に関する統計的調査について(その3)	川 鍋 安 次	
4.	季 節 風 に つ い て	明 戸 謙	
5.	豪雨機構に関する一考察	金 谷 光 三	
6.	円形擾乱の垂直構造と移動との関係について	太 田 盛 三	
7.	紀伊水道の風を推測するための沿岸気象観測所の風の統計	海 上 気 象 課	
8.	強風日における小松島及び高知航路	海 上 気 象 課	
9.	航 路 に つ い て の 所 見	長 尾 真 也	
10.	鹿島丸の自記気圧計記録より	海 上 気 象 課	
11.	春風丸が土佐沖で遭遇した低気圧について	西野 新造、小林 弘	
12.	台風5905号に遭遇した万世丸について	海 上 気 象 課	
13.	瀬戸内海 便乗観測結果報告	矢吹文太郎、長尾真也	
14.	北太平洋航路における最低気圧、最大風力及び暴風の統計	海 上 気 象 課	
15.	波 と う ね り	菱田耕造、矢吹文太郎	
16.	阪神間のいそ波と砕け波について	明 戸 謙	
17.	尼崎の地盤沈下について	菱 田 耕 造	
18.	表 面 水 温 に つ い て	小 長 俊 二	
19.	表 面 水 温 に つ い て(Ⅲ)	小 長 俊 二	
20.	冷水域の発生と海況の変化	森 安 茂 雄	
21.	1958年3月本州南方海域海洋観測報告	海 洋 課	
22.	1958年5～6月本州南方海域海洋観測報告	海 洋 課	
23.	1958年7～9月本州南方海域海洋観測報告	海 洋 課	
24.	1958年10～12月本州南方海域海洋観測報告	海 洋 課	
25.	1959年2～3月本州南方海域海洋観測報告	海 洋 課	
26.	1959年5月本州南方海域海洋観測報告	海 洋 課	
27.	1959年2～3月、5月本州南方海域海洋観測資料	海 洋 課	

Contents

- No.
1. **M. Ōta:** Statistical Investigation on the Acceleration of Tropical Cyclone's Movement
 2. **Y. Kawanabe:** The Synoptic and Statistical Investigation on the Prediction of Typhoon Motion II
 3. **Y. Kawanabe:** The Synoptic and Statistical Investigation on the Prediction of Typhoon Motion III
 4. **K. Akedo:** On the Northwesterly Monsoon around Japan in Winter Season
 5. **K. Kanaya:** Some Consideration on the Mechanism of Heavy Rainfall
 6. **M. Ōta:** The Role of Vertical Structure of Atmospheric Circular Vortex in the Movement of its Center
 7. **Maritime Meteorological Section:** Statistics of the Wind at Stations on the Coast of Kii Suido
 8. **Maritime Meteorological Section:** Windy Days' Log from Kobe to Kochi
 9. **S. Nagao:** On the Choice of the Steamer Lane in the View of Weather Conditions
 10. **Maritime Meteorological Section:** The Record of Barograph of M. S. "Kashima Maru"
 11. **S. Nishino and H. Kobayashi:** Observation of a Cyclone, May 17-18, 1959 in the Sea South of Shikoku
 12. **Maritime Meteorological Section:** Observation of Typhoon "5905" on board M. S. "Bansei Maru"
 13. **B. Yabuki and S. Nagao:** Results of the Marine Meteorological Observations in Seto-inland Sea
 14. **Maritime Meteorological Section:** Statistics of the Rough Weather Reported from the Ships, North Pacific Line

15. **K. Hishida and B. Yabuki:** Waves and Swells in Kii Suido
16. **K. Akedo:** Surf and Breaker at the Coast from Osaka to Kobe
17. **K. Hishida:** On the Subsidence of Ground Level at Amagasaki Region, Especially with the Relation to the Tidal Level
18. **S. Konaga:** The Water Temperature at the Sea Surface
19. **S. Konaga:** The Water Temperature at the Sea Surface III
20. **S. Moriyasu:** An Example of the Conditions at the Occurrence of the Cold Water Region
21. **Oceanographical Section:** Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū in March, 1958
22. **Oceanographical Section:** Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū from May to June, 1958
23. **Oceanographical Section:** Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū from July to September, 1958
24. **Oceanographical Section:** Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū from October to December, 1958
25. **Oceanographical Section:** Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū from February to March, 1959
26. **Oceanographical Section:** Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū in May, 1959
27. **Oceanographical Section:** Data of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū from February to March and in May, 1959

No. 1

台風移動の加速度に関する統計的調査

神戸海洋気象台 太 田 盛 三

Statistical Investigation on the Acceleration of Tropical Cyclone's Movement

Kobe Marine Observatory Morizo ŌTA

ABSTRACT

Speaking of statistical investigations on the movement of tropical cyclone, few are known on the acceleration although there are some on the movement velocity in the vicinity of Japan. Accordingly, the author has made an attempt at investigating the above-mentioned problem because of the importance of such a statistical study which may be useful for the prediction of tropical cyclone's movement.

The fundamental data in his paper are the observed positions of tropical cyclones' centers near Japan during 1950 to 1959, where they are limited only in August and September for convenience in this paper. Moreover, how to compute the accelerations of them is given in Fig. 1 and computations are made for the data at 0900 I or 0300 I within each 10° longitude-latitude square.

Thus we can obtain various figures, Figs. 2 to 7, directly owing to Table 1 based on the above computations. Fig. 8 illustrates the distribution of the recurvature points closely related to the foregoing problem. Besides, stratification of the data are given in Tables 2, 3 and Fig. 9 separating them into those of E_1 and E_2 which indicate the cases immediately after or in the midst of recurvature and before recurvature or of remarkable meandering, respectively, with regard to tracks of tropical cyclones.

After all, various conclusions are derived from the foregoing statistical process. Especially, the results obtained in Table 3 are able to be contributed to forecasting of tropical cyclone's track in some degree though they are incomplete from the statistical viewpoint.

1. 序

台風の移動速度に関する統計は既にいろいろと調査されているが、加速度に関しては未だ着手されていないようである。そこで筆者は従来からの台風の統計を幾らかでも補充するために、加速度の統計的調査を行なったので此処に報告する。但し、今回は8月と9月のみについて調べた。

2. 調査方法

調査方法は次の通りである。

(i) 統計期間：昭和25年～昭和34年の10年間

(ii) 資料：8月、9月における1日1回の台風の中心位置を用いた。手許にある資料の都合で昭和25年から昭和33年迄は9時、昭和34年では3時の資料を採用した。但し、台風だ

けではなく、熱帯低気圧や温帯低気圧に変化したものも含まれている。

(iii) 加速度の計算方法： 計算方法は第1図の通りである。

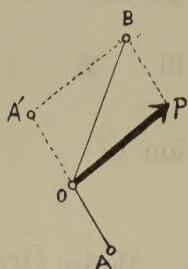


Fig. 1. Illustrating the method of approximate computation for the movement acceleration of tropical cyclone.

Points O, A and B indicate the positions of a tropical cyclone's center at the given time, 24 hours before and later, respectively. Furthermore, when $\vec{AO} = \vec{OA'}$ and $\vec{OP} = \vec{A'B'}$, $\vec{OP}$ becomes nearly proportional to the acceleration which we seek for.

(iv) 統計方法： 計算された加速度は緯度、経度10度の四角形内で統計された。その結果については第1表を参照されたい。

Table 1. Showing the fundamental data for the present statistical investigation.

Symbols here are given as p , the position of center of 10° long.—lat. squares; A , the greatest acceleration; a , vectorial mean acceleration; m , number of data with directions within 45° of the vectorial mean direction of all data in each 10° square; n , number of data within each 10° square. (Let us use 100 km/day^2 as unit hereafter.)

p (N, E)	Aug.				Sept.			
	A 方向, 大きさ	a 方向, 大きさ	m	n	A 方向, 大きさ	a 方向, 大きさ	m	n
45, 145	×	×	×	3	SSE 8.0	SSE 3.0	3	9
40, 135	SE 6.3	SE 3.2	6	8	N 9.5	ENE 2.5	4	11
40, 145	SSW 10.5	ENE 0.4	3	12	N 9.5	ESE 0.7	2	9
35, 115	ENE 13.2	E 7.0	6	7	×	×	×	1
35, 125	ENE 13.2	ENE 2.8	8	14	NE 8.3	NE 4.5	7	8
35, 135	ESE 6.3	ENE 2.0	12	23	NNE 13.6	NE 4.7	12	18
35, 145	S 9.6	ENE 1.0	7	16	×	×	×	4
30, 115	ENE 13.2	ENE 5.0	7	9	×	×	×	2
30, 125	ENE 13.2	ENE 2.0	20	34	NE 8.3	ENE 3.7	16	20
30, 135	E 8.0	NE 1.0	14	33	NNE 13.6	NE 3.0	20	35
30, 145	NNE 6.7	N 1.0	11	20	NE 8.5	ENE 3.0	5	6
25, 115	E 7.5	SE 1.0	5	16	NE 6.3	ENE 0.9	7	11
25, 125	ENE 7.6	E 1.0	15	39	NE 12.1	ENE 2.3	25	36
25, 135	E 8.0	ENE 0.8	13	31	NE 8.7	NE 1.8	23	41
25, 145	WNW 8.5	WNW 1.0	10	20	NE 8.5	NNE 0.9	5	11
20, 115	ESE 6.6	SE 0.5	5	20	ESE 7.2	ENE 1.9	12	17
20, 125	NW 7.8	NNE 1.2	18	37	NE 12.1	ENE 1.3	18	45
20, 135	SSE 5.8	NNW 0.2	11	30	E 6.7	NE 1.2	16	32
20, 145	WNW 8.5	NW 1.3	6	15	WSW 3.2	W 0.9	2	7
15, 115	ESE 6.6	NE 1.4	5	9	×	×	×	5
15, 125	NW 7.8	NNE 1.5	13	27	NNE 5.2	NE 0.5	9	27
15, 135	SSE 5.8	W 0.4	9	27	NE 5.0	ENE 0.8	17	32
15, 145	NNE 6.5	NNW 0.6	16	50	ENE 4.5	NNE 0.8	6	16

3. 資料の分布密度

第2図は第1表の n を四角形の中心に記入して等値線を引いたもので、資料の分布密度 (10

度四角形内にある資料数)を表わしている。これは通過頻度に類似しているが、本質的には同じものでない。即ち資料の存在する確率に相当するもので、通過頻度と10度四角形内に台風の中心が滞在する期間(移動速度に反比例する)との積に正比例している。

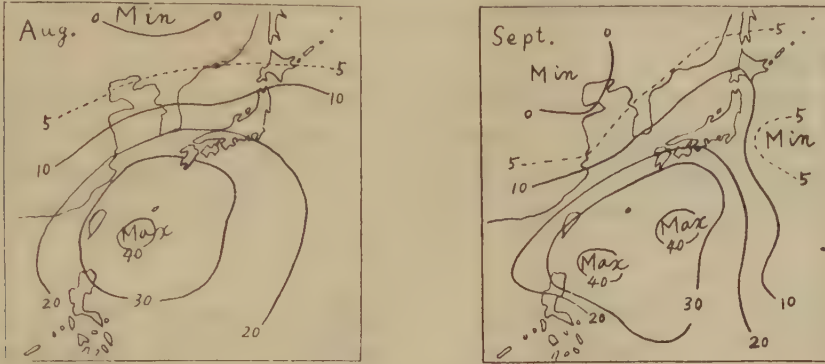


Fig. 2. Distribution of numbers of data within each 10° longitude-latitude square.

4. 平均加速度

第1表の a より10度四角形内の平均加速度の方向を地図上に記入して流線状のものを求める

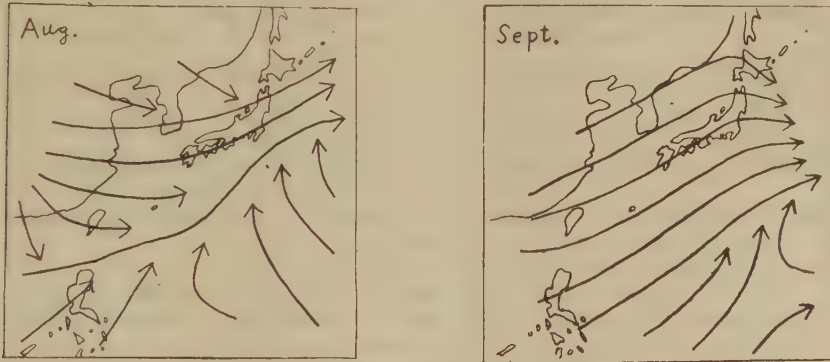


Fig. 3. Illustrating mean flows of movement acceleration of tropical cyclone derived from vectorial average within each 10° long.-lat. square.

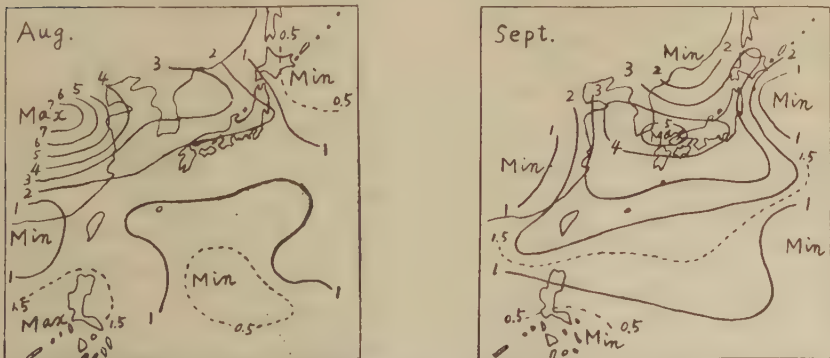


Fig. 4. Distribution of mean magnitude of the acceleration due to vectorial average within each 10° long.-lat. square. (Unit: 100 km/day^2 .)

と第3図が得られる。8月よりも9月の方が整然としているが、どちらも本邦付近ではENEの方向が卓越している。

次に第1表の a より平均加速度の大きさを図示すると第4図ようになる。極大は8月では華北、9月では朝鮮海峡付近に現われている。

5. 最大加速度

第5図は10度四角形内における最大加速度の方向を四角形の中心に記入したもので、第1表の A から求められる。資料の性質上偶然性が大きく、方向がばらついているので第3図のように流線状のものを求めることは困難であるが、大体の傾向は平均方向に類似している。又本邦付近では8月、9月共に転向点付近及び転向後に大きな加速度の現われ易いことが認められる。

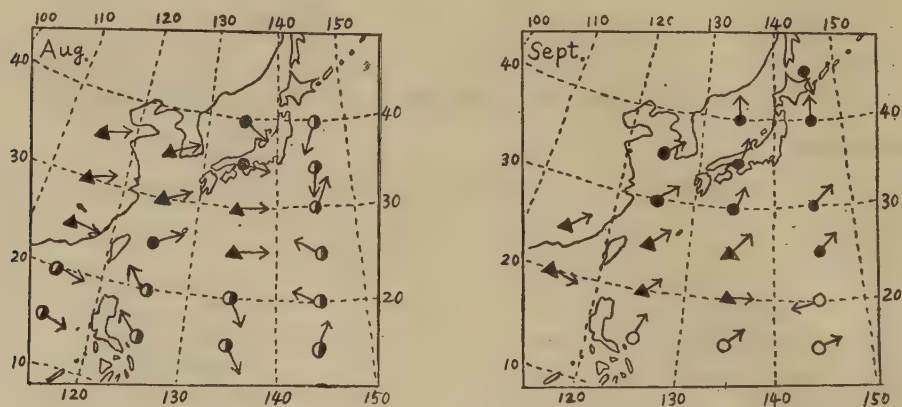


Fig. 5. Distribution of the directions of accelerations whose magnitudes are the greatest among those of all data within each 10° square.

The marks are given as follows:

○, the datum before recurvature; ●, the datum after recurvature; ▲, the datum near the recurvature point where the distance between them is defined as less than 300 km; ○, the datum in the case when the track of tropical cyclone is remarkably meandering.

第6図は第5図に対応するもので最大加速度の大きさの分布を示す。これも偶然性が大きい

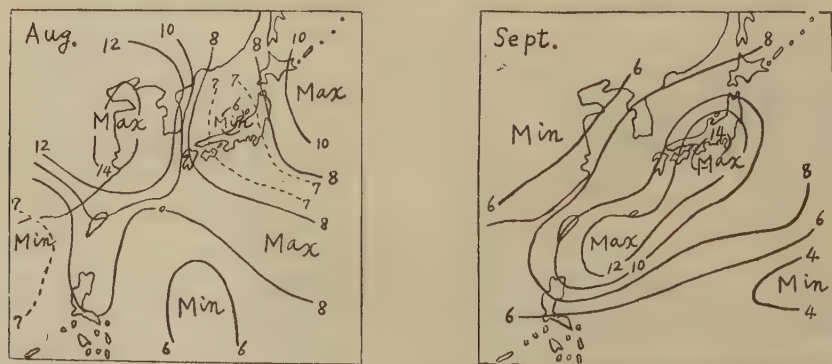


Fig. 6. Distribution of the greatest magnitude among those of all data within each 10° square. (Unit: 100 km/day².)

が、定性的傾向を見るには十分であろう。極大は8月では華北、華中の沿岸、9月では沖縄の南西 400km 付近の海上から遠州灘方面に延びる帯状区域に認められる。

6. 加速度の指向率

第1表で $K = \frac{m}{n} \times 100$ とおくと、一般に K が大きい程、10度四角形内の加速度は一定

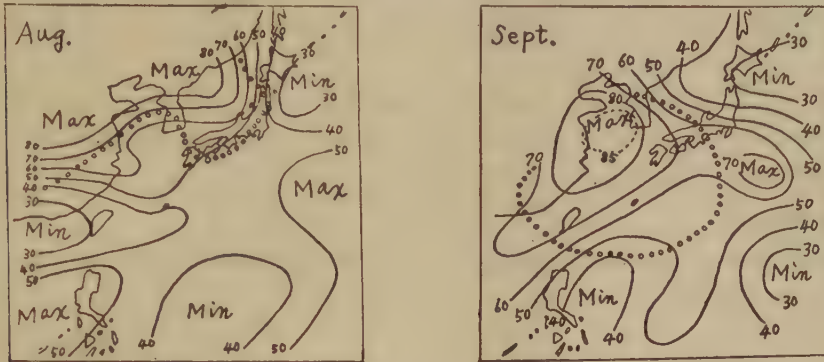


Fig. 7. Distribution of the constancy defined as the percentage frequency of all data which have directions within 45° of the mean direction connected with vectorial average within each 10° square. Here, $\circ \circ \circ \circ \circ$ indicates isoline of 70% constancy in the case of data immediately after or in the midst of recurvature.

Table 2. Showing the constancy of direction of acceleration where, E , sampling of all data in each 10° square; E_1 , sampling of the data in the midst of and immediately after recurvature in E ; E_2 , sampling of the data before recurvature and with remarkable meandering track in E ; p, n , the same as in Table 1; K , the constancy defined as the percentage frequency explained in Fig. 7; subscripts 1 and 2 refer to E_1 and E_2 .

p (N, E)	Aug.						Sept.					
	E		E_1		E_2		E		E_1		E_2	
	n	K	n_1	K_1	n_2	K_2	n	K	n_1	K_1	n_2	K_2
40, 135	8	75	7	86	1	×	11	36	11	36	0	×
40, 145	12	25	9	22	3	×	9	22	9	22	0	×
35, 125	14	57	12	58	2	×	8	88	8	88	0	×
35, 135	23	52	12	75	11	27	18	67	17	71	1	×
35, 145	16	44	8	63	8	50	4	×	×	×	×	×
30, 115	9	78	6	83	3	×	2	×	×	×	×	×
30, 125	34	59	17	77	17	41	20	80	20	80	0	×
30, 135	33	42	15	67	18	50	35	58	18	84	17	35
30, 145	20	55	(4)	(75)	16	44	6	83	2	×	(4)	(50)
25, 115	16	31	(5)	(60)	11	64	11	64	6	83	(5)	(40)
25, 125	39	39	10	60	29	28	36	70	22	87	14	50
25, 135	31	42	6	33	25	44	41	56	16	94	25	52
25, 145	20	50	0	×	20	50	11	45	3	×	8	38
20, 115	20	25	(5)	(40)	15	33	17	71	2	×	14	64
20, 125	37	49	(5)	(60)	32	47	45	40	11	89	34	38
20, 135	30	37	2	×	28	36	32	50	(5)	(100)	27	37

の方向に集中し易くなる。そこで便宜上 K を10度四角形内における加速度の指向率と名付けよう。

第7図は K の分布を示すもので、8月では黄河の下流から鴨緑江の流域にかけて極大が現われ、9月には東シナ海から黄海にかけて極大が認められる。

10度四角形内にある全資料 (E) の中で、転向時及び転向後の資料 (E_1) のみを扱った場合、転向前及び迷走性の資料 (E_2) のみを扱った場合にも指向率を考え、それらを K_1, K_2 として一覧表を作ると第2表のようになる。

一般には K_1 が K や K_2 よりも大きくなり易いようである。第7図では $K_1=70\%$ の等値線が参考のために $\circ \circ \circ \circ \circ$ で示されている。これによると9月では沖縄付近で E_1 の場合には E の場合よりも遙かに指向率が大きくなることに注目すべきである。

7. 転向点の分布

台風移動の加速度は転向点の位置とも関連があるので、過去10年間に於ける転向点の分布を参考資料として第8図に示しておく。

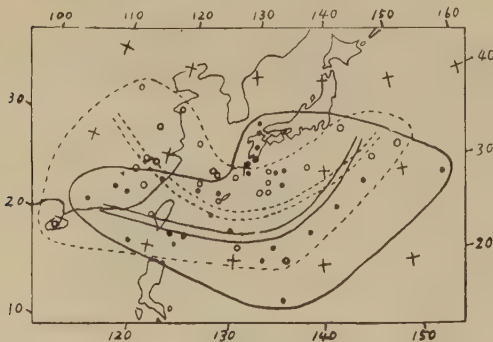


Fig. 8. illustrating extents of recurvature points in Aug. and Sept. where the areas closed by a solid line and a dashed line show the recurvature extents in Sept. and Aug., respectively. The other marks here are shown as below:

○, the datum in August; ●, the datum in September; —, major axis of recurvature extent in September; - - -, the same as above in August.

転向範囲には季節変化が認められ、その主軸は9月には8月よりもやや南下している。

8. 資料の層別化

既に6でも資料 E が E_1 と E_2 に層別化されたが、一般に指向率以外の他の統計的要素に対しても同様に扱い得るであろう。

例えば第9図は 30°N , 135°E を中心とする10度四角形内における9月の台風移動加速度のベクトル的なバラツキを示すものであるが、 E_1 に属するものの大部分は第1象限にあり、 E_2

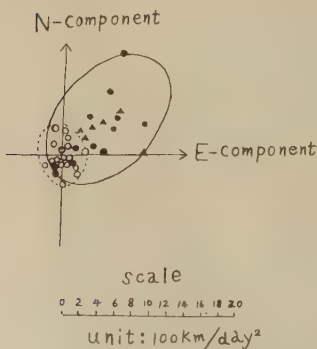


Fig. 9. Showing an example of correlation diagram between N and E-components of the data in the 10° long.—lat. square whose center here is situated at 30°N , 135°E in September.

The marks ○, △, and ● are same as given in Fig. 5. Ellipses closed by a solid line and a dashed line indicate the scattering extents of data in the cases of E_1 (● or △) and E_2 (○ or ●).

Aug.

(N, E)	L_1	S_1	D_1	o_1 方向, 大きさ	a_1 方向, 大きさ	n_1
40, 135	8.0	6.0	NW—SE	ESN 3.5	SE 4.0	7
40, 145	14.0	9.0	N—S	N 1.0	NE 0.7	9
35, 115	(16.0)	(10.0)	(NNE—SSW)	(E 8.0)	(E 8.0)	5
35, 125	18.5	12.0	ENE—WSW	ENE 4.5	ENE 3.0	12
35, 135	8.0	6.5	NW—SE	ESE 3.5	E 2.5	12
35, 145	6.5	4.5	ENE—WSW	ENE 2.0	ENE 2.0	8
30, 115	14.0	6.0	ENE—WSW	ENE 6.5	ENE 6.5	6
30, 125	16.0	13.0	NE—SW	ENE 6.0	ENE 2.5	17
30, 135	12.0	6.0	ENE—WSW	ESE 3.3	ENE 2.0	15
30, 145	(7.0)	(3.5)	(ENE—WSW)	(E 2.5)	(E 2.5)	4
25, 115	(9.5)	(6.0)	(ESE—WNW)	(ESE 2.5)	(ESE 2.0)	5
25, 125	8.5	4.5	NE—SW	NE 3.5	ENE 1.5	10
25, 135	11.0	8.0	ENE—WSW	ESE 3.5	SE 2.0	6
25, 145	x	x	x	x	x	0
20, 115	(5.5)	(3.5)	(NNE—SSW)	(ENE 0.7)	(E 0.7)	5
20, 125	(6.0)	(2.0)	(NNE—SSW)	(NNE 0.5)	(NNE 0.5)	5
20, 135	x	x	x	x	x	2
20, 145	x	x	x	x	x	0
15, 115	(5.0)	(4.0)	(NE—SW)	(NE 1.0)	(NE 1.0)	3
15, 125	x	x	x	x	x	0
15, 135	x	x	x	x	x	1
15, 145	x	x	x	x	x	0
(N, E)	L_2	S_2	D_2	o_2 方向, 大きさ	a_2 方向, 大きさ	n_2
40, 135	x	x	x	x	x	1
40, 145	(13.0)	(4.0)	(N—S)	(S 4.5)	(S 3.0)	3
35, 115	(7.0)	x	(E—W)	(ENE 4.0)	(ENE 4.0)	2
35, 125	x	x	x	x	x	2
35, 135	10.0	6.0	ESE—WNW	ENE 1.2	ENE 1.2	11
35, 145	20.0	8.0	N—S	S 1.0	x 0.0	8
30, 115	(6.0)	(3.5)	(N—S)	(SSE 1.0)	(ESE 0.7)	3
30, 125	7.5	4.0	ENE—WSW	E 1.0	E 1.0	17
30, 135	14.0	7.0	E—W	N 0.7	N 0.7	18
30, 145	13.0	10.0	NE—SW	NW 2.5	NW 1.5	16
25, 115	7.0	4.0	NE—SW	S 0.8	SW 1.3	11
25, 125	12.0	8.0	E—W	E 1.5	E 0.5	29
25, 135	11.0	5.5	ESE—WNW	x 0.0	E 0.7	25
25, 145	13.0	8.0	ESE—WNW	WNW 3.0	WNW 1.0	20
20, 115	10.0	5.0	ESE—WNW	ESE 2.0	S 0.5	15
20, 125	16.0	10.0	NW—SE	N 0.5	NE 0.8	32
20, 135	12.0	8.0	NW—SE	x 0.0	NNW 0.2	28
20, 145	13.0	10.0	ENE—WSW	NW 3.0	NW 1.3	15
15, 115	9.0	4.0	ESE—WNW	E 3.0	E 1.5	6
15, 125	15.0	8.0	NW—SE	NNE 1.5	NNE 1.5	27
15, 135	12.0	8.0	NW—SE	x 0.0	W 0.4	26
15, 145	11.0	7.5	NE—SW	NNW 1.5	NNW 0.6	16

Sept.

(N, E)	L_1	S_1	D_1	$\overset{o_1}{\text{方向, 大きさ}}$	$\overset{a_1}{\text{方向, 大きさ}}$	n_1
45, 145	13.0	11.0	NNW-SSE	SSE 3.0	SSE 3.0	9
40, 135	17.5	14.0	ESE-WNW	NE 3.5	ENE 2.5	11
40, 145	19.0	12.0	NNE-SSW	ESE 0.7	ESE 0.7	9
35, 125	11.0	6.5	ENE-WSW	NE 4.5	NE 4.5	8
35, 135	17.0	14.0	NE-SW	NE 5.0	NE 5.0	17
30, 125	11.0	7.0	NE-SW	ENE 3.7	ENE 3.7	20
30, 135	18.0	12.0	NE-SW	NE 7.0	NE 5.0	18
30, 145	(4.5)	×	(NE-SW)	(NE 6.0)	(NE 6.0)	2
25, 115	8.0	6.0	NE-SW	ENE 3.2	E 1.5	6
25, 125	14.5	7.5	NE-SW	NE 5.5	NE 3.5	22
25, 135	12.0	6.5	ENE-WSW	ENE 3.5	ENE 3.5	16
25, 145	10.0	×	NE-SW	ENE 3.5	ENE 3.5	3
20, 115	9.0	5.0	ESE-WNW	ENE 3.5	ENE 3.5	3
20, 125	15.0	5.0	NNE-SSW	NE 6.0	ENE 3.0	11
20, 135	(7.5)	(2.5)	(NW-SE)	(ENE 4.0)	(ENE 3.5)	5
20, 145	×	×	×	×	×	1
15, 125	(4.0)	×	(ENE-WSW)	(NNE 2.0)	(NNE 2.0)	2
15, 135	×	×	×	×	×	0
15, 145	×	×	×	×	×	1
(N, E)	L_2	S_2	D_2	$\overset{o_2}{\text{方向, 大きさ}}$	$\overset{a_2}{\text{方向, 大きさ}}$	n_2
45, 145	×	×	×	×	×	0
40, 135	×	×	×	×	×	0
40, 145	×	×	×	×	×	0
35, 125	×	×	×	×	×	0
35, 135	×	×	×	×	×	1
30, 125	×	×	×	×	×	0
30, 135	7.5	6.0	NNW-SSE	×	ENE 0.7	17
30, 145	(5.5)	(3.5)	(NNE-SSW)	(ESE 1.8)	(E 2.0)	4
25, 115	(3.0)	(2.2)	(NE-SW)	(E 0.5)	(E 0.5)	5
25, 125	6.0	4.5	NE-SW	ESE 1.2	ESE 1.2	14
25, 135	7.5	6.0	N-S	E 0.5	NNE 0.5	25
25, 145	7.0	6.0	NW-SE	WNW 1.0	WNW 1.0	8
20, 115	10.0	5.5	E-W	E 1.0	E 1.5	14
20, 125	9.0	6.5	NE-SW	NNE 1.0	NE 0.6	34
20, 135	9.0	6.5	NNW-SSE	ENE 1.0	ENE 1.0	27
20, 145	5.2	2.5	ENE-WSW	WSW 1.0	W 1.0	6
15, 125	8.5	7.5	NE-SW	NNE 1.0	ENE 0.5	25
15, 135	9.0	9.0	×	×	ENE 0.8	32
15, 145	8.0	4.0	ENE-WSW	ENE 1.3	NNE 0.8	15

Table 3. Showing stratification of data in August and September. Symbols here are shown as follows: L , length of major axis of ellipse; S , length of minor axis of ellipse; o , center of ellipse; p, a, n , the same as in Table 1; subscripts 1 and 2, the same as in Table 2. Here the above-mentioned ellipse is defined as the approximate extent of scattering data in the correlation diagram between N and E -components of the data in each square.

に属するものは各象限共大体均一に分散している。然も E_1 のバラツキ範囲は E_2 のそれに比べて非常に大きい。

第3表はバラツキ範囲に関する資料の層別化一覽表で、比較的資料の多い10度四角形を選んで調べたものである。バラツキ範囲を楕円で示したのは、頻度分布が正規楕円型であることを仮定したことによる。楕円の中心と平均加速度が一致しないのは頻度分布が正規楕円型から若干歪んでいるためであろう。

9. 統計法の簡易化

以上短期間の調査で或る程度の結論を得るために可成り荒っぽい簡略法を採用したが、現状ではやむを得ないことである。例えば10度四角形よりも5度四角形の方が望ましいが、そのためには少なくとも30年位の資料が必要である。又加速度のベクトル的なバラツキ範囲を示す楕円では、或る一定の危険率に対する棄却楕円又は信頼楕円などを採用すれば更に精密な結果を得る。資料 E を E_1 と E_2 に層別化することに対しても統計的な立場から言えば、両者間の有意差を厳密に検定する必要があるが、実際には我々は既に経験則として Steering current を示すべき貿易風帯と偏西風帯との間には可成り異った性質が認められることを知っているのので上述の扱いは大体合理的であろう。即ち偏西風帯では Jet と称せられる著しい強風域があるので転向点付近及び転向直後に台風が大きな加速度で移動することがあっても全然不思議ではない。

10. 結 論

以上のようにいろいろと欠点の多い簡略法で調査を行なったが、それにもかかわらず可成りまとまった結論を導くことが出来た。

重要なもののみを挙げると次の通りである。

(i) 本邦の極く近傍における平均加速度の方向は8月、9月共に東寄りで、殊に西日本付近では東北東の方向が卓越する。(第3図参照)

(ii) 平均加速度の大きさの方では8月は黄河流域に極大が現われ、本邦付近では非常に小さい。然し9月になると本邦付近では大きく、朝鮮海峡方面に 500 km/day^2 程度の極大が認められる。(第4図参照)

(iii) 最大加速度の方向は8月では西日本付近、東シナ海、黄海、中華大陸東部などでは東寄りで転向時又は転向直後に現われる。フィリピン付近、南洋方面、本邦の東方洋上などでは迷走性の時に最大加速度が現われ易く、その方向は偶然性が大きく区々である。(第5図参照)

(iv) 9月になると最大加速度の方向は本邦付近では北東が多く、転向時又は転向直後に現われる。フィリピン付近及び南洋方面では転向前に最大加速度が現われ易く、その方向は大体北東寄りが多いようである。(第5図参照)

(v) 最大加速度の大きさを見ると8月では華北、華中の沿岸に極大があり、 1400 km/day^2 程度のものが認められる。本邦付近ではその半分の 700 km/day^2 位である。9月になると沖縄の南西 400 km 付近の海上から遠州灘方面に延びる帯状区域では 1200 km/day^2 以上であり、殊に遠州灘方面では 1400 km/day^2 程度の極大が見られる。従つてこの帯状区域における9月台風の進路予想は相当に困難であり、慎重を要する。(第6図参照)

(vi) 迷走性の台風は8月に多く、9月には非常に少ない。

(vii) 本邦付近における台風の移動加速度の方向は8月よりも9月の方が一定の方向をとり易く(指向率が大きい)、このような傾向は転向時や転向直後では更に著しい。(第7図参照)

(viii) 転向点の分布範囲には季節変化があり、その平均位置を示す主軸は8月から9月にかけてやや南下する。(第8図参照)

(ix) 台風移動の加速度は転向時から転向直後にかけての場合と、転向前や迷走性の場合とでは可成り性質が異なるようである。その一部は(vii)で示されているが、10度四角形内の資料のベクトル的なバラツキ範囲などでも両者間の相違が認められる。(第9図参照)

(x) 第3表は(ix)を具体的に統計した結果であり、8月、9月における台風の進路予想の際には参考資料になるであろう。

ご 挨拶

前理事長 柴 田 淑 次

このたび、神戸海洋気象台長より仙台管区気象台長に転勤を命ぜられました。ついては、本会の理事長を辞任させて戴きたいと存じます。

省みれば昭和31年より約4カ年間、本会の理事長として、会の運営にたずさわらせて戴きましたが、その間会員の皆様がたの希望にこたえるようなことが何ら出来ず、誠に汗顔の至りに存じます。それにも拘わらず、皆様の絶大なる御支援を得て、大過なく今日まですごすことが出来ましたことを、ここに厚く御礼申し上げます。

御承知のように本学会は古い伝統を持ち、幾多のすばらしい実績をあげてきた学会であります。終戦後は世の荒波に禍されて、特に予算面で非常に苦しい状態が続きました。しかし、「海と空」の外に機関誌として「海の気象」を発刊してからは、漸次改善され、現在では一先ずその状態を脱却したように思います。けれども、本会の健全なる発展のためには、なお若干の問題があるようであります。そしてこれを解決するものは、専ら会員諸氏の御支援と御援助によるものであると思います。どうか今後とも尚一層の御援助のほどお願いいたします。終りに臨み、本学会が益々隆盛に発展することを希望するとともに、会員諸氏の御健勝を衷心よりお祈りして御挨拶といたします。

No. 2

台風の子報に関する統計的調査について (その2)

神戸海洋気象台 川 鍋 安 次

The Synoptic and Statistical Investigation on the Prediction of Typhoon Motion (The 2nd Reports)

Kobe Marine Observatory Yasuji KAWANABE

ABSTRACT

§3 Several attempts were made to forecast the recurvature of typhoon by statistical methods.

At first we computed the seasonal averages of the time interval from the formation of typhoon to its recurvature, and we prepared several figures showing geographical and monthly distributions of the position of recurvature.

Next we studied statistically the effects of trough and ridge lines found in daily upper air charts on the recurvature of typhoon. (continued)

3. 転向点の予想

台風の転向点を予想することは最も難しいことの一つであり、同時に最も重要なことである。台風の予想をする色々な方法は、転向点まで又は転向後についてはその運動が直線的であるために比較的よく合うが、転向点付近については殆んど役立たない。最近行なわれた数値予報でさえも尚完全でない。ここでは主として統計によって予報への応用を試みることにした。

1) 転向点の定義

台風の径路は決してモデルのような動きをしていないことが多い。例えばジグザグなコースや転向点を2つ以上もっているもの等があり、どれを転向点にするか定義する必要がある。ここで述べる転向点は台風が最初西向きであったものが、或る点を境にして東向きに運動を起す場合、その点を転向点と定義した。勿論この逆の転向点もあり得るが、ここでは省略することにした。一般にこの点は決して一地点で代表出来るようなものではない。例えば第13図に示したように可成り巾をもっていることがある。この場合は台風が北上中の略々中間をもって転向点と考えた。又転向点付近の運動が複雑な場合はその最西端をもって転向点と考えた。又2回以上転向したものや台風の北上期間の余りに長いもの等については統計から省くことにした。図中Aコースはその中間のP点を転向点とし、Bコースの場合は北上期間が長いので転向点を取らなかった。

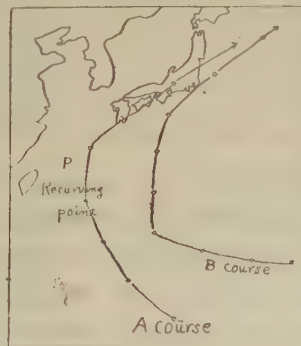


Fig. 13. Showing the course of typhoon and recurving point. Point P indicates the recurving point on A course. B course has not a recurving point.

2) 台風発生初期から転向点までに要する日数

昭和15年から昭和32年まで18年間の台風について、発生初期から転向点までに要した日数について統計をした。調査中気付いたことは発生地別に可成り異なるように思われたが、回数が少ないので細かく分けることが出来なかった。このため3～8月、9～12月と季節を2分して統計した。3～8月については顕著なピークはないが、9～12月については6日付近を中心に多く出ている。

付表5 転向点に達するまでに要した日数

日数 季節別	2	3	4	5	6	7	8	9	10日 以上
3～8月	1	1	4	2	4	2	2	2	3
9～12月	1	6	9	5	10	6	9	3	3
計	2	7	13	7	14	8	11	5	6

3) 月別に統計した転向緯度

転向回数が比較的多い6～11月について転向緯度を統計した。期間は、大正元年から昭和32年まで46年間である。総数は300個あった。その内台風の多い8、9月が転向回数もやはり多い。月別の特徴としては7～8月の所謂盛夏は転向点も高緯度であるが、秋から冬の台風は低緯度で転向を起している場合が多い。

付表6 月別転向緯度

緯度 月	14° ～ 16°	16° ～ 18°	18° ～ 20°	20° ～ 22°	22° ～ 24°	24° ～ 26°	26° ～ 28°	28° ～ 30°	30° ～ 32°	32° ～ 34°	34° ～ 36°	36° ～ 38°	38° ～ 40°	計
6	0	1	3	4	3	4	1	1	2	1	0	0	0	20
7	0	0	1	3	0	2	4	8	6	9	2	1	0	36
8	0	0	0	4	2	3	11	17	15	10	6	4	1	73
9	0	0	0	12	10	14	11	12	14	6	1	0	0	80
10	2	9	5	10	14	14	8	1	1	0	0	0	0	64
11	0	4	4	5	6	6	1	1	0	0	0	0	0	27
計	2	14	13	38	35	43	36	40	38	26	9	5	1	300

4) 転向点の分布図

大正元年から昭和32年までの間に転向した台風をとり、その転向点を地図上にプロットした。総回数は300回であるため細分出来ないので、6°ます毎に回数をプロットした。従って転向点の予想には直接役立ち難いが、前節の統計よりは一見して見易いので第14図に掲載した。月別に夫々の特徴があるが、転向経度としては東経125°線を中心にした付近に多く出ている。

5) 気圧の谷と台風の転向との関係

台風が北上を始めると、どの谷に乗るかと言う問題が起る。昔々の経験では寒気を伴わない気圧の谷（一般には弱い）は屢々台風を北東に転向させないことが多いが、逆に寒気を伴な

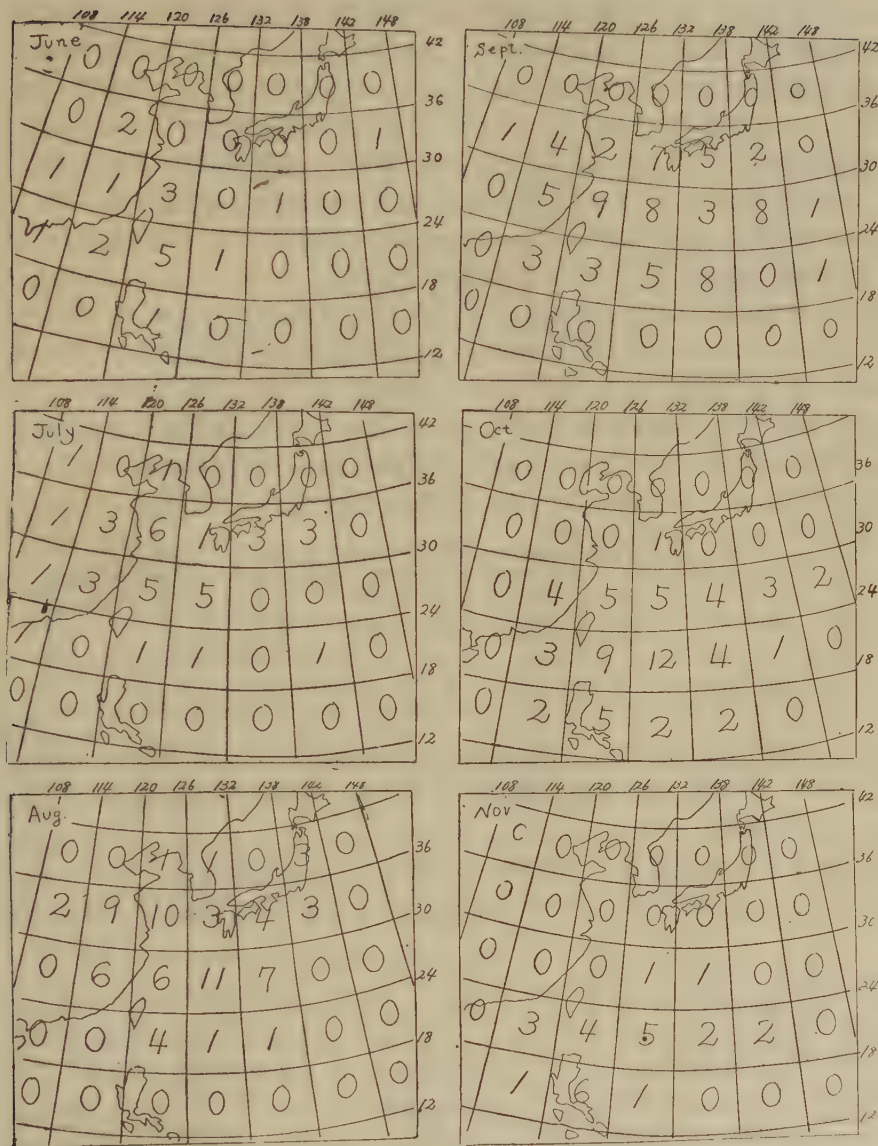


Fig. 14. Monthly distribution of the recurring point during 1912~1957.

っている気圧の谷は台風を北東に転向させることが多い。又5日間の上層の平均天気図を作ると台風は気圧の谷まで西進し、その後この谷の付近で北東に転向する場合が多いと考えられている。吾々はルーチンに5日平均天気図を利用していないので、デイリーの天気図から求めた気圧の谷と台風の転向との関係を調べてみた。

ここで調査した台風は昭和29年から昭和34年までの間の台風で、その内北西から北東へ比較的綺麗に転向した台風30個を選び、丁度転向した頃の気圧の谷を前後の天気図から求め、どの程度の位置に気圧の谷があるとき台風は転向点に達しているかを調べてみた。吾々の予想通り、殆んどどの台風は台風の西側に気圧の谷が迫っており、転向後は多くの場合この気圧の谷と共に

動いていることが多い。その例として、昭和32年9月初旬西日本に上陸した台風10号を挙げた。図の内で9月4日は台風が未だ西進中であり、この台風を転向さす気圧の谷は台風の付近にはなく、遠くはなれた東経115°付近にあった。しかしこの気圧の谷は1日5~6° long. の程度で東進中で、一方台風は逆に1日3~4° long. の程度で西進中であつた。このため台風と気圧の谷の差は縮まり、9月5日には可成り接近し、丁度この天気図の頃、台風は転向点に達していた。翌6日は第15図Cのように台風も気圧の谷の一部になり、北東進した。常にこのような形で台風は転向し、又進むものではない。特に台風が低緯度で転向する場合(多くは10月以降)は気圧の谷の性質として、このような南部まで及ばないのが常であるから、気圧の谷の存在に関係なく北東に転向する場合がある。その例として、昭和34年10月の台風18号を挙げた。台風が丁度転向点に達した10月14日の500mb上層天気図は第16図に示した通りで、台風の西側には顕著な気圧の谷はなく、比較的ゾーナルな場になっていた。一般に台風が北や北東に転向するのは、気圧の谷とは直接関係のないものであるが、気圧の谷の接近又はその深まりは台風を動かす場に変化を与えるものであるから、間接的には重要な意味があり、又吾々予報上では最も見易い要素の一つである。この見地から統計したのが付表7である。

付表7 500mb面の気圧の谷と台風の転向点との関係

間隔	2°E~0	1°W ~ 3°W	4°W ~ 6°W	7°W ~ 9°W	10°W ~ 12°W	13°W ~ 16°W 以上	関係 なし	計
回数	2	5	7	8	2	3	3	30

この統計は台風より北10度の処から気圧の谷までの距離をすべて経度で測り、小数以下は四捨五入してある。これは一般に台風は低緯度にあるため、同緯度では気圧の谷が存在しないためにとった処置である。

この結果は4~9° log. 西方に気圧の谷がある場合に、台風は転向点に達していることが最も多い。しかし谷とは関係のないものや、台風より少し東側に気圧の谷がある場合も若干ある。

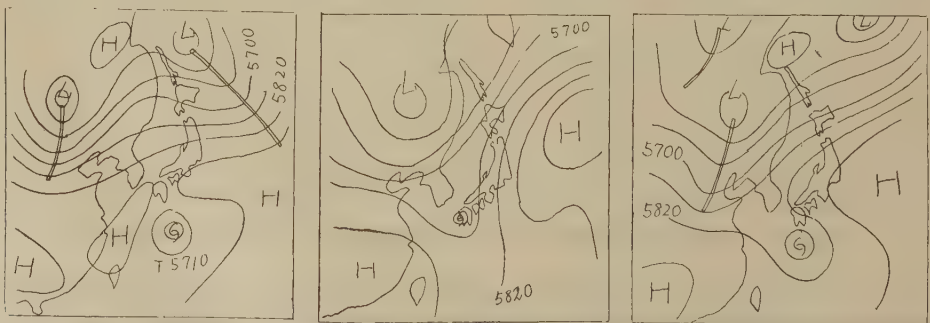


Fig. 15. Series of 500mb map.

a 21^h 4th Sep. 1957 c 21^h 6th Sep. 1957 b 21^h 5th Sep. 1957

6) 東方のリッジと台風の転向点との関係

台風は北太平洋の高気圧の流れによって動くと言う考え方は古くからあり、特に上層の資料がなかった第2次大戦前はこの考え方が支配的でさえあった。戦後は上層の資料が入手されるようになったから、上層の風によって動くと考えられている。実用には500mb面が多く用い

られているので、ここでは 500mb 面に現われた北太平洋高気圧に対応する上層の高压部と台風の転向とを結びつけて考えてみることにした。台風が多く現われる夏期から秋期にかけては、割合に地上の高気圧と上層の高気圧とは似ていることが多いが、それはごく大雑把なことでは細かい点では異なっているのが通常である。

さて5)では台風の転向を主として西方に現われる気圧の谷と関連させて調査したが、ここでは台風の東方にあられる上層のリッジと関連させて調査した。

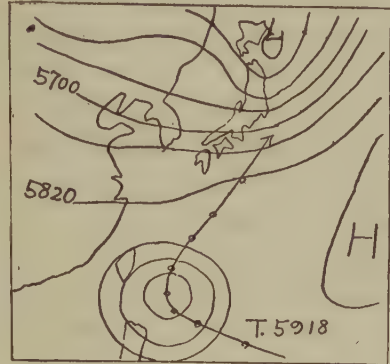


Fig. 16. 500mb map at 21h 14th Oct. and track of typhoon 5918.

吾々がながめる上層天気図は、台風の動きを支配する場合（例えば北太平洋高気圧であってもよい）と台風自身の場との合成であり、特に台風付近では台風自身の影響の方が強いので、一般場の様子は分らない。従ってここで考えている上層の高気圧場も分らないことになる。そこで便宜的に考えたのが、台風より東方約 10° long. (ここでは台風の影響が余りない) 付近でリッジの様子を見て、それと実際に台風が動いた径路とを比較してみた。この考え方は類似であるため、統計的に比較してみないと実用にならない。

昭和34年9月中旬の台風14号について説明しよう。この台風はガム島西方で発生し、9月15日夜宮古島付近を経て16日の9時東支那海中部の北緯 27° 東経 125° 付近で転向点に達し、以後北東に進み、朝鮮海峡から日本海中部に抜けた台風である。この台風が転向点に達する24時間前の 500mb 天気図を第17図にのせた。

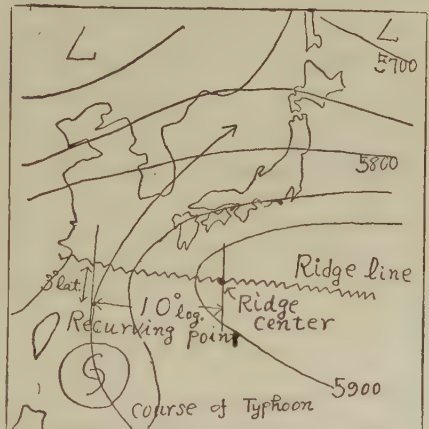


Fig. 17. 500mb map at 9h 15th Sep. 1959.

この図を眺めてみると、太平洋の高気圧は強く、そのリッジラインは北緯 30° を東西に走っている。台風の動きがもしもこの高気圧に左右されるとすると、リッジラインの尖端である北緯 30° 線まで北上し、その後北東に動くように見えるが、結果はこの線より南 3° の処が転向点になった。多くの台風はこのような予想されるリッジラインより何度か南で転向点に達することが多い。又この例の場合は台風の真北で割合にリッジラインがはっきりしていたが判り難い例が多いので、このリッジラインの代りに台風より東 10° の処で最高高度線の略々中央に当るリッジセンターをもってこのリッジラインの代用にして統計図を作った。

例題で述べた方法によって、台風の転向点と東方のリッジセンターとの間の関係図を作ってみた。結果は予想以上によく、多くの台風はリッジセンターより $3 \sim 4^{\circ}$ 南で転向していることが多い。例外と考えられる台風は、台風が大陸に上陸するか又は大陸の近くで転向したもの(図中で×と書いてある種類)と、台風が2連になっているもの(図中で△と書いてあるもの)がある。この内大陸に行ったものはリッジライン付近で転向している。この場合は一般に台風

を動かす太平洋の高気圧が強い場合に対応しているか、又は東西にリッジラインが細長く続いている場合になる。この場合は結果としてリッジラインまで台風が北上出来るようになる。一方2連台風の場合は、西側の台風を支配する太平洋高気圧がもう一つの台風の影響でその存在が認め難いか、又は見掛けの高圧場が北に偏っている場合が多いので、見掛けの高圧場より遙かに南方で転向し易いように見える。

しかしこれ等の例は何れもシノプティクに予想又は解析出来ることであるから、その意味ではこの図は一つの台風転向点の予想法になる。しかし実際にはここで述べているリッジはデイリーのものであるため、その位置は安定性がない。例えば台風が北上すると一般にリッジラインは北上し勝ちである。従って実際に利用する場合にはこの天気図で転向するとすれば、24時間後の転向点は何度ぐらいになると言う程度にしか利用出来ないかも知れない。しかし多くの場合は地上、上層のシノプティクな解析から別な見地で転向を予想出来る時がある。この場合、量的に何度ぐらいと言うことがこの方法を応用することによって有利になると思う。

7) 転向点付近の台風速度

台風の色度が遅くなると、台風が転向点付近に達していると考えて予想へ応用をして来た。しかし個々の台風では必ずしも転向点で速度が減じてないこともある。台風の径路を調べてみると、転向前に一旦減速することが割合多かったので、転向点付近の台風の色度を調べてみた。方法としては簡単にするために、台風の径路図上から12時間の移動距離が最も短い期間を取り、それが転向点に対し時間的にどの位置にあるかを調べた。

統計期間は昭和23年から昭和32年までの10年間である。その結果は予想通り、転向点付近で最も速度が遅くなっている例が多く出ているが、これと同程度の数が1日前に出ている。その他の回数は両者に比して非常に少なくなっている。但し、転向前後1両日の間殆んど速度が変化してない数が7回と比較的多いのは注意を要する点である。

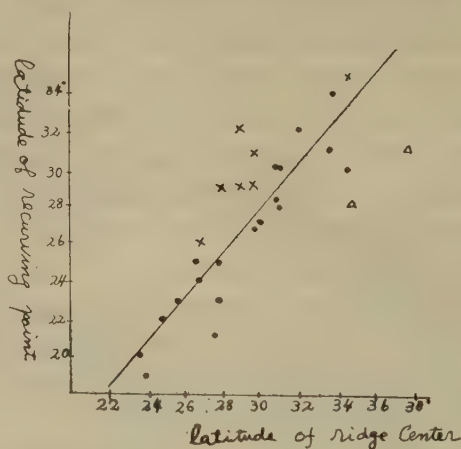


Fig. 18. Relation between the latitude of recurving point of typhoon and latitude of ridge center in 10° east of typhoon

付表8 速度の減速と転向点との関係

期 日	転 向 前			転 向 時	転 向 後		速 度 変化なし	計
	3 日	2 日	1 日		1 日	2 日		
回 数	3	6	19	19	6	1	7	61

(以下次号)

No. 3

台風予報に関する統計的調査について (その3)

神戸海洋気象台 川 鍋 安 次

The Synoptic and Statistical Investigation on the Prediction of Typhoon Motion (The 3rd Reports)

Kobe Marine Observatory Yasuji KAWANABE

ABSTRACT

4. Deepening and decaying of typhoon

The days from the stage they begin to develop until they indicate the lowest central pressure, and their deepening and decaying for moving direction were given. The distributions of the deepening and decaying were shown. As the particular case typhoons developed over north of 30°N latitude were synoptically reviewed.

5. Use of surface wind

The close correlation between the surface wind shear and the movement of typhoon was found and the use of its method was explained by some examples.

Also, from above points of view the relations between the wind at Kobe and the representative typhoons were obtained. (continued)

4. 台風の発達と衰弱

台風の発達について理論的な考察は難しく、今日まで定説がないくらいであるから、ここでは勿論この問題にふれないことにする。

過去の進路図から台風の発生初期から最盛期に達するまでに要する日数とか発達衰弱の場所の分布とかを進路別に統計し、最後に北緯 30° 以北で発達する台風を取上げ、シノフティックに検討した。

i) 台風の発生初期から最深示度に達するまでに要した日数

昭和15年から32年までの18年間の台風について、台風経路図上に記入された最初の日からその台風の中心示度が最も深くなった日までに要した日数を毎月別に統計した。かなり例外が多く出ているが、大体3~4日ぐらいの処が最も多く出ている。この値は Willett の調べた1~2日から5~6日と略々似ている (Willett の調べたのは最深示度までの日数ではなく、完全なハリケーンになる日数である)。

季節別には余り特徴はないが、強いて言えば冬期の台風は発達がやや早く、秋期の台風は遅い例が可成り多い。

付表 9 最深示度までに要した日数
(昭和15年～昭和32年)

日数 月別	1	2	3	4	5	6	7	8日以降
1, 2	3	3	2	4	3			
3, 4		2		5	2		1	
5			4	2	1			
6	1	3	2	3	4	1	1	
7	6	4	7	8	1	1		1
8	1	4	9	7	6	2		1
9	2	5	7	4	6	6	3	4
10	1	3	10	5	3	2	1	1
11	1	4	8	6	3	2	1	1
計	15	28	49	44	29	14	7	8

ii) 発達, 衰弱等の分布図

付図 19 A, B, C は夫々最も発達した場所, 最も衰弱した場所, 最深示度の場所の各分布図を示してある。

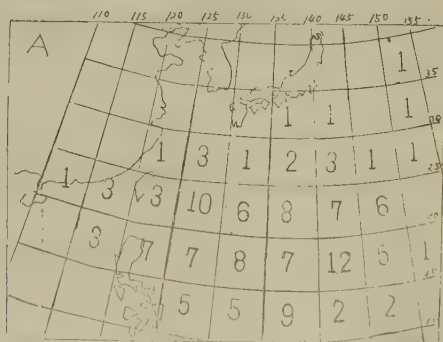
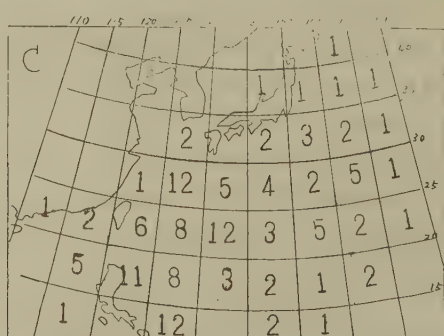
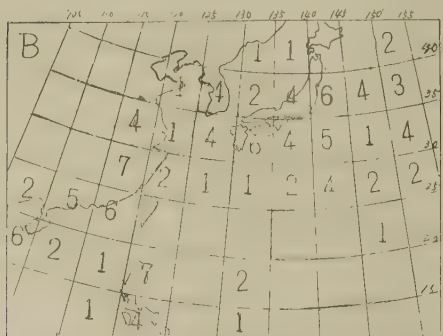


Fig. 19. The distribution of the deepening, decaying and the lowest central pressure regions on the life of typhoon during 1949~1958

A: deepening

B: decaying

C: lowest central pressure



この種の調査は中心示度が正確に観測される場合でないという意味がないので、飛行機観測が確立された昭和24年から33年の最近10ヶ年について統計したものである。

a) 最も発達した場所の分布図 (Fig. 19 A)

台風の経路図上で最も発達した場所を5マス毎に統計したものである。統計上便宜的に最も発達した場所とは、経路図上で最も発達した時間の期間をとり、その略々中間の一点をもって定義した。分布図から見れば、予想通り北緯10°以北で25°以南の地域で最も発達している。

b) 最も衰弱した場所の分布 (Fig. 19 B)

a)と同じようにして衰弱した場所の分布図を作った。この分布図は前図と逆に北緯25°以北に多く出現しており、又特に台風が陸地を通る場所に顕著である。例えばフィリッピン、中華大陸、日本列島等で多く出ている。

この事実は吾々のよく経験する処であり、又多くの文献にも出ている。即ち地上の摩擦や地上からのエネルギーの供給不足のために起ると考えられている。

c) 最深示度の出現場所の分布図 (Fig. 19 C)

台風の進路図上で最も中心示度が深くなった場所を統計したものである。一般には最深示度は特定の地点ではなく、かなりの期間に亘ることがある。この場所はその略々中間の地点をもって代表した。

この図はa図と略々同じであるが、緯度にして北に約5°、即ち北緯20°から30°の地域に多く出現している。

iii) 北緯30°以南の海上に於ける台風を進行方向別に統計した発達と衰弱

前の調査であきらかにされた事実は、台風が上陸するか又は北緯30°を越えると殆んど衰弱を始めるので、この影響が出ない北緯30°以南の、しかも海上を動く台風のみを取って進行方向別に中心示度の発達と衰弱を統計した。調査期間は付図19と同様に昭和24年から33年までの10カ年間に限った。

付 表 10. 進行方向別に統計した台風の発達と衰弱
(昭和24年～昭和33年)

中心示度 の変化量 (mb)	発達																衰弱				平均の 発達・衰弱
	40 以上	35	30	25	20	15	10	5	0	5	10	15	20	25	30	35	40 以上				
進行方向	W	1	1	2	1	3	4	9	15	23	5	1	1	0	1	0	0	0	mb -5.3		
	WNW	6	2	3	3	7	18	28	27	41	4	5	4	2	0	0	0	1	-7.5		
	NW	7	3	3	9	13	13	28	28	41	8	3	4	1	0	0	0	0	-9.2		
	NNW	3	0	5	3	5	4	9	10	16	5	1	3	1	0	0	1	0	-7.7		
	N	2	0	0	1	0	4	6	5	6	4	3	2	2	1	0	0	0	-0.4		
	NNE	0	0	0	1	0	2	8	4	11	3	5	2	3	1	0	0	1	+0.2		
	NE	0	0	0	1	1	2	3	4	11	6	7	2	2	3	2	0	2	+5.7		
	ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	2	3	3	1	0	0	0	+8.3		
	E	0	0	0	0	0	0	1	3	3	1	0	0	0	1	0	0	0	+0.5		

統計の方法としては進行方向を16方位に分け、24時間内に中心示度が発達又は衰弱した値を

5mb 単位にして統計した。その結果は付表10にのせてある。

この表によると進行方向と発達、衰弱の関係は余りはっきりしないが、平均値をとるとかなり明瞭な関係になっていることが判る。即ち台風が最も発達するのは、台風が北西に進むときで、平均して1日 9.2mb の中心示度の減少を来し、次いで北々西と西北西の方向になっている。一方衰弱は台風が東北東に進むときが最大で、1日 8.3mb の中心示度の増加になり、次いで北東の方向になっている。そうして北より西寄りには発達、東寄りには衰弱と言う吾々の経験例と略々一致している。

iv) 北緯30度以北で発達した台風

北緯30度以北で発達する台風は殆んど数は少なく、その典型的な台風は付図20にのせた、昭和10年9月の台風7号と昭和29年9月の台風15号であろう。

これ等両台風は海上の船舶に重大な損害を与えたことは周知の通りである。その理由として、これ等両台風はその速度が極めて速く、早期に待避が出来難いことと高緯度において予想以上に強烈であったため等であろう。

このように北緯30度以北で発達した台風は比較的数字は少ないが、かなり高緯度(例えば40度以北)でもその勢力の強い台風は数多くある。これ等の台風は丁度漁期に当る三陸東方洋上の漁船にとっては極めて脅威をあたえている。しかしその統計は難しいので、ここでは30度以北で発達又は最盛期であったものを昭和10年以降で9個を選び、進行方向と速度について統計した。

進行方向は北北西(345°)から北東(35°)の間に限定され、その平均方向は北(10°)になる。

一方速度は北向きの場合には遅い場合もあるが、平均すれば 950km/day で、特に北東から北北東に進む場合が最も速く、最大は昭和30年の25号台風の場合は 1700 km/day になっていた。

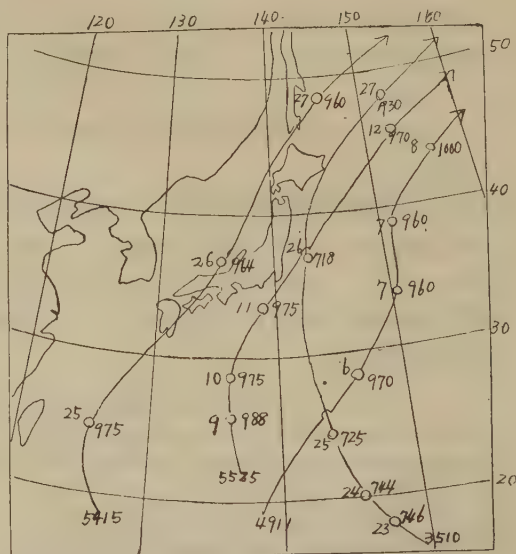


Fig. 20. The typical course of the typhoon developed over north of 30°N latitude

付表 11 北緯 30° 度以北で発達又は衰えなかった台風の進行方向と速度の統計

進 行 方 向				
方 向	NNW	N	NNE	NE
回 数	1	4	3	1

速 度			
速 度	500~999	1000~1499	1500~2000 km/day
回 数	4	2	3

この種の台風の内上層天気図があるものは昭和29年の15号と昭和30年の25号台風である。この台風は上層天気図上では 700mb 面ぐらゐまで循環が認められるが、500mb 面では台風の存在は全然認められない。即ち背の低い台風になっている。このことは最早や台風ではなく、温帯性低気圧の性格をもっていることになる。

従って高緯度での発達又は中心示度の維持は台風でなく、所謂寒暖差によるエネルギーの供給によって行なわれていると考えられる。従って丁度温帯性低気圧が発達出来るような位置（上層の発散域）に台風が来たためにこのように発達をとげたと考えられる。

もう一つ考えられる点は、これ等の台風はすべて 960mb 以下の比較的弱い台風である点が特徴で、もしも 900mb 程度まで発達していた台風があれば上層のパターンが好都合な場合であっても、この勢力を維持したり、更に発達さすだけのエネルギーの供給は出来得ないと見えて、殆んどの台風は高緯度で減衰しているのが常である。

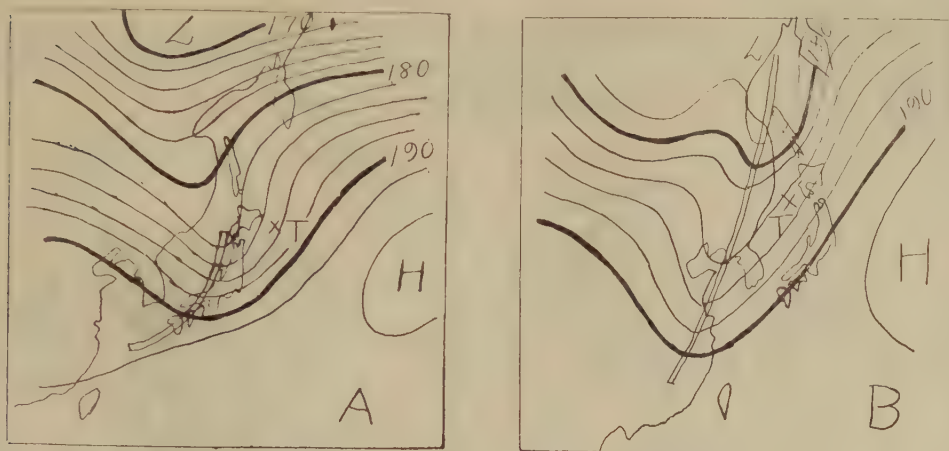


Fig. 21. 500 mb maps. Symbol x indicates the current typhoon position at surface.

A : 0^h 15th Oct. 1955

B : 0^h 27th Sept. 1954

5. 地上風の利用

1) 地上風のウインドシャー

地上の風をステアリング的な考え方で利用しようと努めて来たが、すべて失敗に終わっている。しかし我国では台風は地上の前線や不連続線に沿って動くと言う考え方が過去において利用されて来たが、上層資料の入手に伴い、こう言った考え方は忘れ去られている現状である。

しかし吾々は極く最近も別の見地から地上風を利用し、多くの成功をおさめて来たので、ここで取上げることにした。何故なら、上層の資料の利用とかその他の方法も、それがシノプティックであれば必ずかなりの巾をもったものになり勝ちである。処が吾々が世間から要求されているのはもっと厳密なことが多い。

その場合、案外地上の風を利用すればうまく行くことがある。勿論長期の予報には役立たないが、せいぜい12時間以内の予想には役立っている。又全然上層資料のない海洋上で大抵難な動きを地上風によってある程度予測出来ることもある。

ここで述べる地上風は風そのものではなく、風のシャーを指している。そうして予想方法としてはこの風のシャーに沿って動くと言う極く簡単な考え方である。

北緯 30° 線を超えて北上する台風があれば地方官署もローカル放送を受信し、地上資料は極めて豊富になる。この資料の内からウインドシャーを見付けることは極めて容易なことである。一例として昭和34年9月26日14時現在のローカル天気図からその予想法を説明しよう。この台風は有名な伊勢湾台風であるが、18時には潮岬付近、21時に名古屋西方を通過した。

吾々の経験から北上する台風は、地上風が北分をもっている処より東方を通り、南分をもっている処から西方を通ることが多い、そして真東風の処を通り易い。

さて付図 22A 図の内でこの考え方を応用すると大阪、和歌山より以西では北東風が卓越している、少なくともこれよりは東方を通り、一方志摩半島から伊勢湾は南東風でこの線よりは西側を通る。さて東風の吹いている処は白浜、彦根の 2 カ所で、この二つの点を結ぶ線が予想出来る今後の台風の径路である。この例は極めてうまく行った例である。同様に付図 22B 図は東方に動いた台風の例題であるが、以上の考え方に基くウインドシャーと台風の径路とは殆んど一致している。

このように台風が本土に接近すればかなり明瞭なウインドシャーが出現し、このシャー上で台風が動くことが多いが、このシャーは勿論定常ではない。しかし吾々が予測するのは 12 時間以内のことであるから、このような短期間には動かないことが多い。

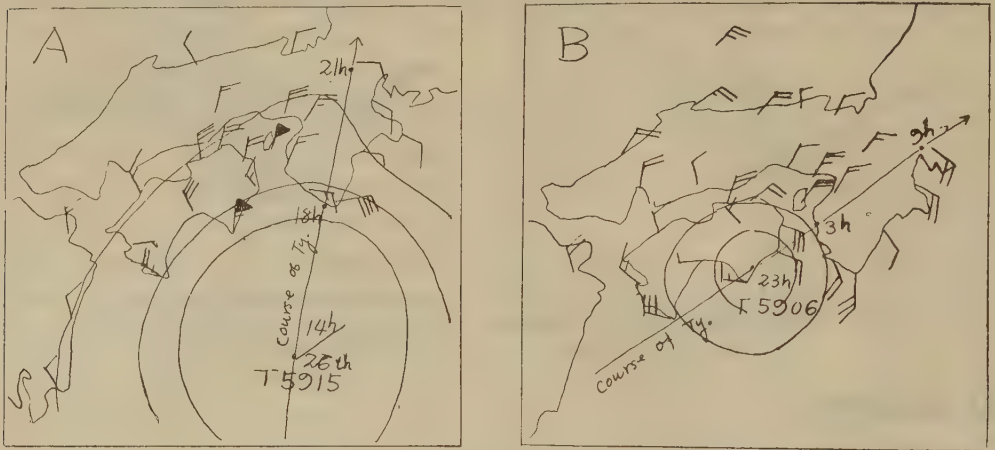


Fig. 22. Local surface maps and course of typhoon
A: 14^h 26th Sept. 1959
B: 23^h 8th Aug. 1959

次に吾々が予想していたウインドシャーより若干西側を通る台風について述べてみよう。

この場合は所謂北東気流系内に台風が突入することになる。勿論そのずれは極く僅かである。その例として昭和33年9月の台風22号について説明しよう。

昭和33年の22号台風は所謂狩野川台風で、当時伊豆半島に豪雨をもたらした雨台風である。9月26日17時のローカル天気図を付図 23A 図にのせた。この図からウインドシャーは関東南東岸上に現われており、地上風を利用する方法によれば伊豆半島に上陸することは予想出来ない。処が台風はこのシャー線よりは西側を北々東進し、北東気流系内に突入した。その結果中心示度は21時 945mb であったものが、24時横浜付近で 960mb、翌3時水戸市付近で 976mb と、実に6時間で 31mb も減衰した。そうしてその移動距離は 300km 弱であった。一般に台風が急激に衰弱するとき豪雨が降ることが多い。その典型的な例として、昭和20年10月の阿久根台風が思い出される。この台風も丁度阿久根台風の例と合致し、伊豆半島に猛烈な豪雨が降り、大惨事を引き起した。

次に略々同地点を通った昭和33年9月の21号台風と比較してみよう。この台風のローカル天気図は付図 23B にのせたが、天気図がないので9月17日21時の天気図をのせてある。この場合

は前例とは逆に関東南部に現われているウインドシャー線上を動いた台風である。その中心示度の変化の模様は17日5時御前崎南方で955mbであったものが、10時銚子の北に出て962mbと約5時間で7mbの減少にとどまった。

これは前例と比較して時間的、距離的又地形的に殆んど変らないに拘わらず、減少率は大きく差が出ている。

この2例から言えることは、一台風が素直にウインドシャーに沿って動く場合は問題がないが、地上の北東風にさからって進む場合は台風自身は顕著な減衰を起し、同時に豪雨を起し易いので注意を要する。

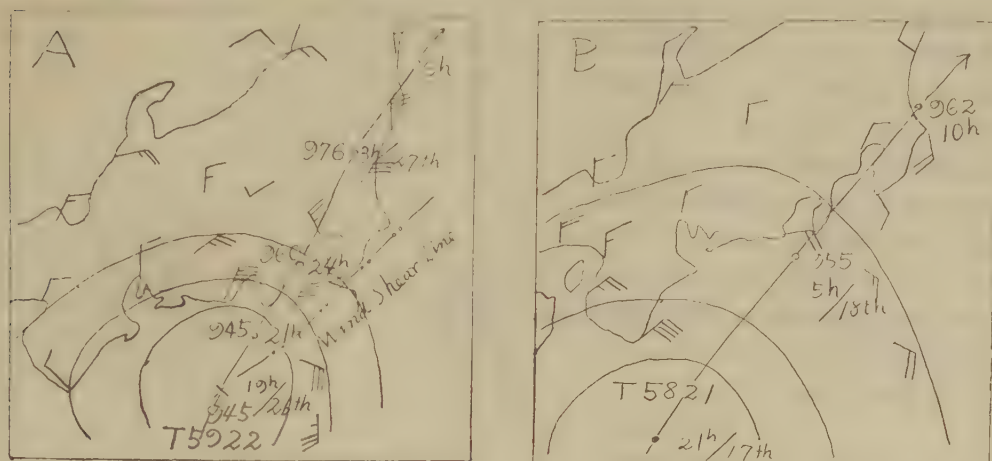


Fig. 23. Local surface maps and course of typhoon.
A: 19h 26th Sept. 1958
B: 21h 17th Sept. 1958

最後に台風がウインドシャー線よりは南東側、即ち南東風の吹いている地域内を通過した例について簡単に説明しよう。この場合は台風が本邦に上陸しないときに相当する。その一例として昭和29年9月の14号台風を付図24図にのせてある。地上風からは潮岬付近に上陸し、東海方面に向うように見えたが、結果は太平洋岸に沿って進んだ。この場合のウインドシャーは時間と共にかなり南に動いていた。しかし当時の台風指示報は、台風が紀伊水道を北上するように出ていたもので、その予想よりは寧ろよい結果である。

一般に台風が南分の地域を進む場合は本土に影響が少ないことが多いので記憶が少ないのでこの程度で終ることにする。

2) 神戸地方の風と台風の進路との関係

以上の説明は天気図上に現われた地上風と台風の関係であるが、実際に台風が近づいて来た

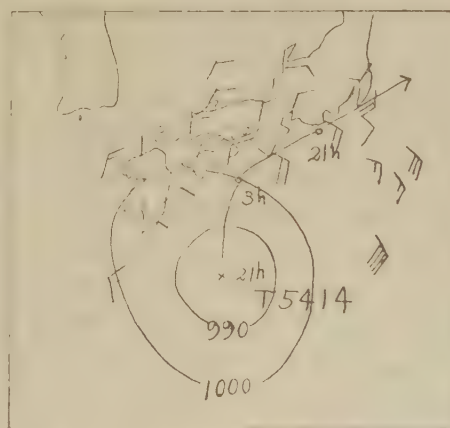


Fig 24. Local surface map at 21h 17th Sept. 1954 and course of typhoon 5414

とき、自分のところの風向、風速は最も早く、且つ連続的に資料が入手出来る利点があり、且

れにしても北東風より北寄りの風が吹けば、少なくとも神戸の東側を通ることが多いので予想には役立つが、後者の場合は実際問題として非常に難しい。

最大風速は潮岬の近くか又は紀伊半島に上陸する直前に起っており、特に昭和34年の15号台風は 29m/s とジェーン台風に次ぐ暴風になった。又風が西乃至西南西に変わるのは北緯 35° 線を越えた頃に起り、余り強くなく、又吹送時間も短い。

iii) 兵庫県の西方を通過した台風 (付図 25 C)

このコースの典型的な例は昭和20年の枕崎台風であるが、一般に九州の南に近づいて来たときに東北東の風が卓越し始めるのが特徴である。そうして南寄りの強風は神戸と略々同緯度のところに来た頃に吹き始め、台風が山陰沖に出た頃が最大風速になり、能登沖を越える頃まで吹き続くことが多い。最大風速の風向は南寄りになるため高潮を起し、予想以上に被害が大きくなる。

iv) 大阪湾に侵入する場合 (付図 25 D)

この典型的な台風はジェーンと室戸台風である。風向については台風が神戸に近づくまでは東風で、強風は予想以上に近くに来るまで吹かない。所謂嵐の前の静けさが出現する。即ち 15m/s 以上の暴風は室戸時付近に近づいたときに始めて起るので神戸との距離は短く、特に両台風とも速度が早いので時間的には台風到着の数時間以前から吹き出すことになる。

最大風速は台風が神戸付近に上陸する頃に起り、通過後は直後から南西の暴風が吹く。この時大阪湾一帯は顕著な高潮になり、被害が最も大きくなるコースである。(以下次号)

No. 4

No. 4

季節風について

神戸海洋気象台 明 戸 謙

On the Northwesterly Monsoon around Japan in Winter Season

Kobe Marine Observatory Ken AKEDO

ABSTRACT

From synoptic analysis it was concluded that the intensification of the ridge near 90°E , $150^{\circ}\sim 180^{\circ}\text{E}$ and the deepening of the trough near $125^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{E}$ play the important role on the monsoon outbreak. The intensification of the ridge near 90°E occurs in about five or six days after that of ridge in the Atlantic Ocean. Pressure wave will be most unstable, when the amplitude of isotherms is larger than that of contours, and phase of isotherms retards in comparison with that of contour. These conclusions were obtained from 19 monsoons during from 1955 to 1959.

Table 1. Date of maximum wind velocity caused by winter monsoon at Kobe City during 1955-1959.

		Direction of maximum wind velocity	Maximum wind velocity (m/s)
5~6th	Jan. 1955	W	14.0
10th	Jan. 1955	W	13.7
15~16th	Jan. 1955	W	14.9
17~18th	Jan. 1955	W	17.1
26th	Jan. 1955	WSW	11.0
11th	Feb. 1955	WNW	11.0
20~21st	Feb. 1955	WSW	19.3
7~8th	Jan. 1956	W	17.7
23~25th	Jan. 1956	WNW	15.8
28~29th	Jan. 1956	WSW	17.3
4~5th	Jan. 1956	W	26.5
21~22nd	Dec. 1956	W	13.7
19~20th	Jan. 1957	WNW	11.5
30~31st	Jan. 1957	WNW	13.7
10~12th	Feb. 1957	WNW	12.2
29th	Dec. 1957	W	12.5
4~7th	Jan. 1959	W	13.7
2nd	Mar. 1959	WSW	11.8
11~12th	Mar. 1959	W	14.9

1. 緒 言

季節風の予報については既に数多くの調査があり、それらを参照して考えると、大陸の高気圧の発達、寒気の貯積によるものではなく、長波の峰の力学的な発達によるようである。

現象的には 90°E での峰の発達と $150^{\circ}\sim 180^{\circ}\text{E}$ での発達、及び $125^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{E}$ での谷の深まりが重要な役割を果しているようである。

これにつけ加えることは少ないが、Table 1 に示した19個の季節風について調査した結果、若干気のついたことがあるので報告する。

2. 大西洋での峰の発達

90°E で峰が発達する前には、その西で谷の発達があり、更にその以前に谷の西方で峰の発達がある。

大西洋で峰が発達してから、 90°E で峰が発達する迄には、Table 2 に示すように約5、6日を要する。峰がはっきりせず、こ

の付近で谷が強化されている場合にも、その西で峰が発達しているものと見て、表の下欄に示した。

Table 2. The frequency of periods for the occurrence of the monsoon around Japan after the strong intensification of the ridge in the Atlantic Ocean (upper) and the deepening of the western trough in the Atrantic Ocean (lower).

Number of days	4	5	6	7	8	9	10
Frequency	—	6	7	—	2	—	—
Frequency	(1)	(1)	(2)	—	—	—	—

Table 3. The frequency of the periods of the monsoon for the occurrence around Japan after appearance of the ridge near 90°E.

Number of days	0	1	2	3
Frequency	2	9	6	2

又 90°E で峰が発達してから、寒気が吹出す迄の日数は、Table 3 に示すように1～2日である。大西洋で峰が発達してから、90°E 迄5、6日と言うのは早いようであるが、昭和31～33年の1、2月の35°N～65°Nの地衡風の平均(0°～180°E 平均)は10.9m/s(気象庁3カ月予報資料より計算)で、20°W から130°E 迄の45°N での距離約10000軒を群速度 $C_g=2u$ で伝播するとすれば、6日弱で到着するので大体合う。

谷や峰が大きく発達するには、長波の発達に伴わなければならない。Fig. 1 から、長波(長波は大体停滞波長 L_s と考えてよい)の群速度は大体流速 u の2倍であり、一方波長約3000軒の普通の低気圧に伴う短波はほぼ $\frac{1}{2}L_s$ であって、その速度は u に大体等しい。寒気の氾濫に90°E での長波の峰の発達に伴うとすれば、 $2u$ で進む長波の移動も併せて考えねばならない。

90°E での峰の発達から吹出し迄の日数は1～2日とやや不揃いである。これは90°E で長波の峰が発達した後、短波がこれにうまく重なって、引金作用をするのに要する日数の不同によるものと考えられる。

波の群速度による伝播については角谷氏⁽¹⁾等も言及されている。

3. 峰の発達に関するソレノイドの影響

昭和30年1月15、16日の季節風についての、500mb

北半球天気図は Fig. 2 a～f である。この時の神戸での最大風速は14.9m/s で、中程度よりやや強い季節風であった。

1月10日0時の第2図aでは、大西洋東部に峰の発達がある。この峰の等温線の振巾は、等高線の振巾より幾分小さく、間隔は密でない。この峰は2日後の12日(b)で発達せず、ヨーロッパ西部で谷が発達し、この谷の東側では、等温線と等高線の直角に近い切り合いが見られる。ここでは高気圧性ソレノイド循環が見られる。又等温線の振巾は等高線の振巾より大きく、且つ等温線の位相が等高線の位相より遅れている点は注意を要する。谷の付近では等温線と等高線は殆んど平行である。13日(c)ではこの谷は殆んど進行せず、高気圧性ソレノイド循環のあったあたりで、この峰が発達しつつ東へ突出している。この日にもまだソレノイド循環がある。(b)、(c)共に風は等高線よりもむしろ等温線に平行である。14日(d)ではこの峰は更に発達

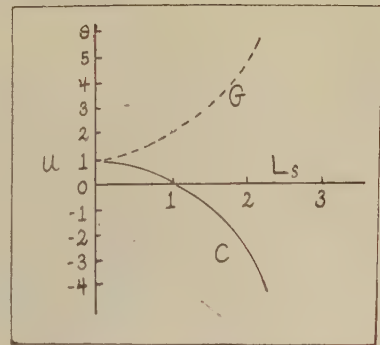


Fig. 1. Relation between wave velocity and zonal wind velocity.

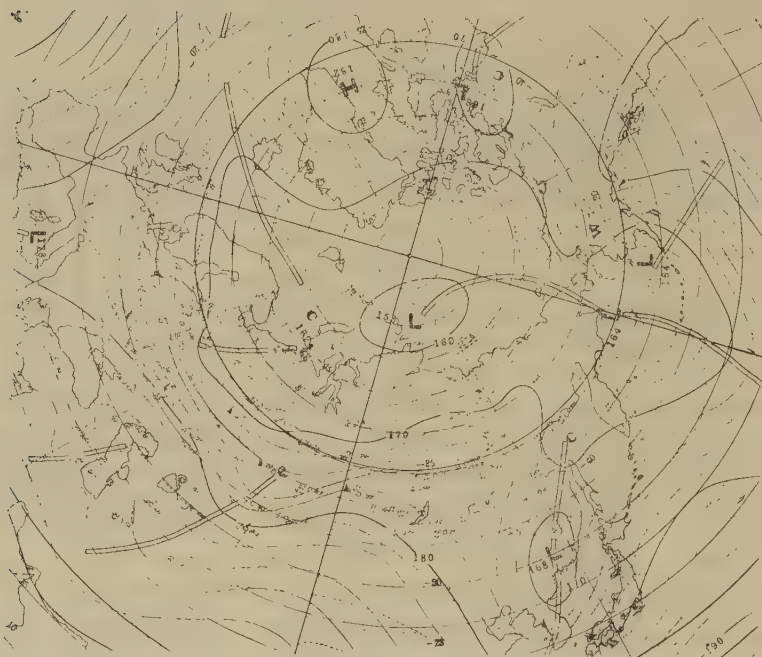
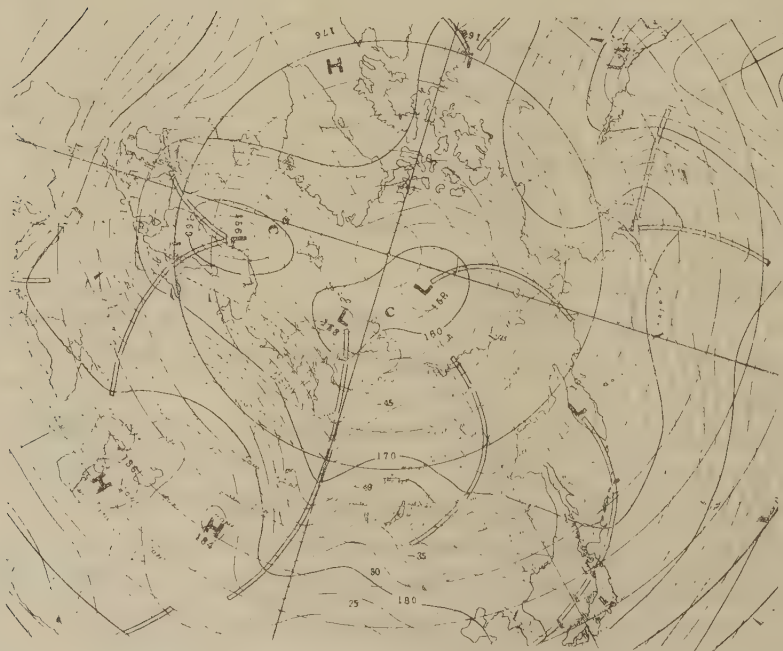
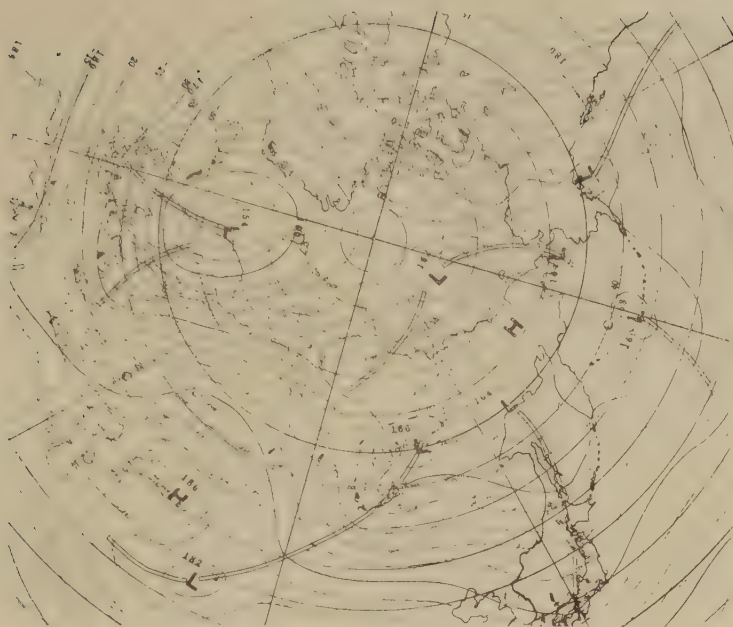


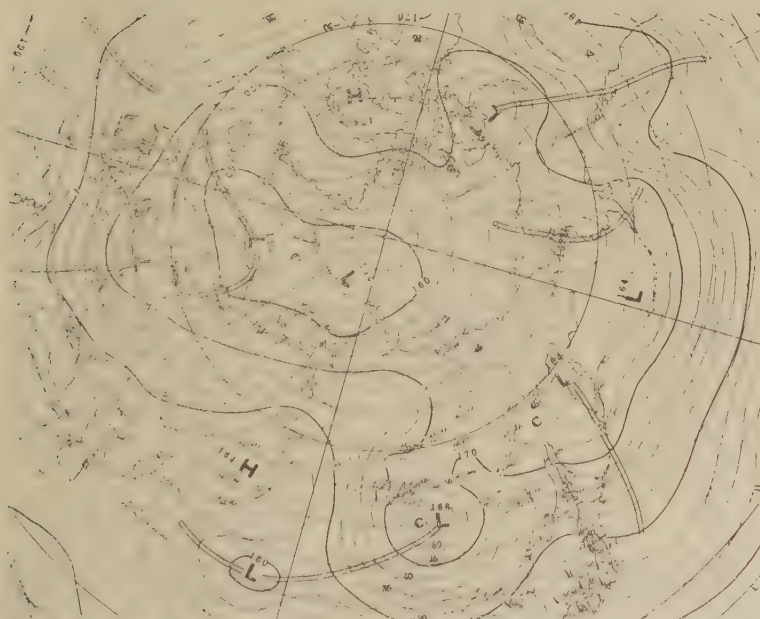
Fig. 2. (a) 500mb map 10 Jan. 1955 00 J.S.T.



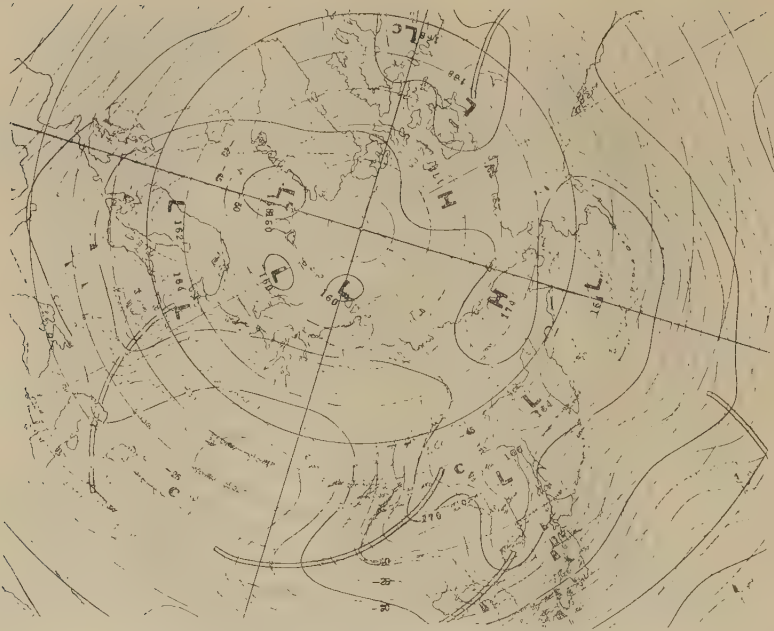
(b) 500mb map 12 Jan. 1955 00 J.S.T.



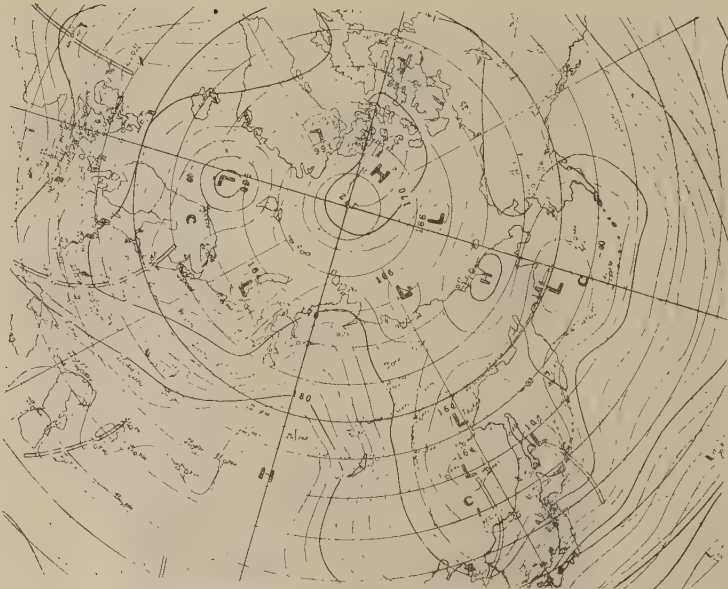
(c) 500 mb map 13 Jan. 1955 00 J.S.T.



(d) 500 mb map 14 Jan. 1955 00 J.S.T.



(e) 500 mb map 15 Jan. 1955 00 J.S.T.



(f) 500 mb map 16 Jan. 1955 00 J.S.T.

しつつ東に移動し、90°E に達し、後方の谷は余り発達せず、峰と其の後の谷との間の間隔が広がっている。15日(e)、16日(f) では 125°~130°E で谷が深まり、季節風の型となった。

このように高気圧性ソレノイド循環がある時に高気圧が発達する例は、ほかにも沢山ある。その一例として昭和35年4月21日~24日にかけてのものを示す。Fig. 3 (a) 及び (b) は22日の 500mb と 700mb の高層天気図であるが、満州付近で等温線が等高線を南北に切っているのが見られる。(a) 図の鎖線は12日03時から22日03時の 500mb 24時間高度変化で、ちょうどソレノイドのある部分で高度が上昇している。(c)~(e) は22日から24日迄の地上天気図である。高気圧が満州から日本付近へ移動してくるにつれて異常に発達しているのが見られる。このために天気が悪化が起きて、予想に反して好天がつづいたのである。

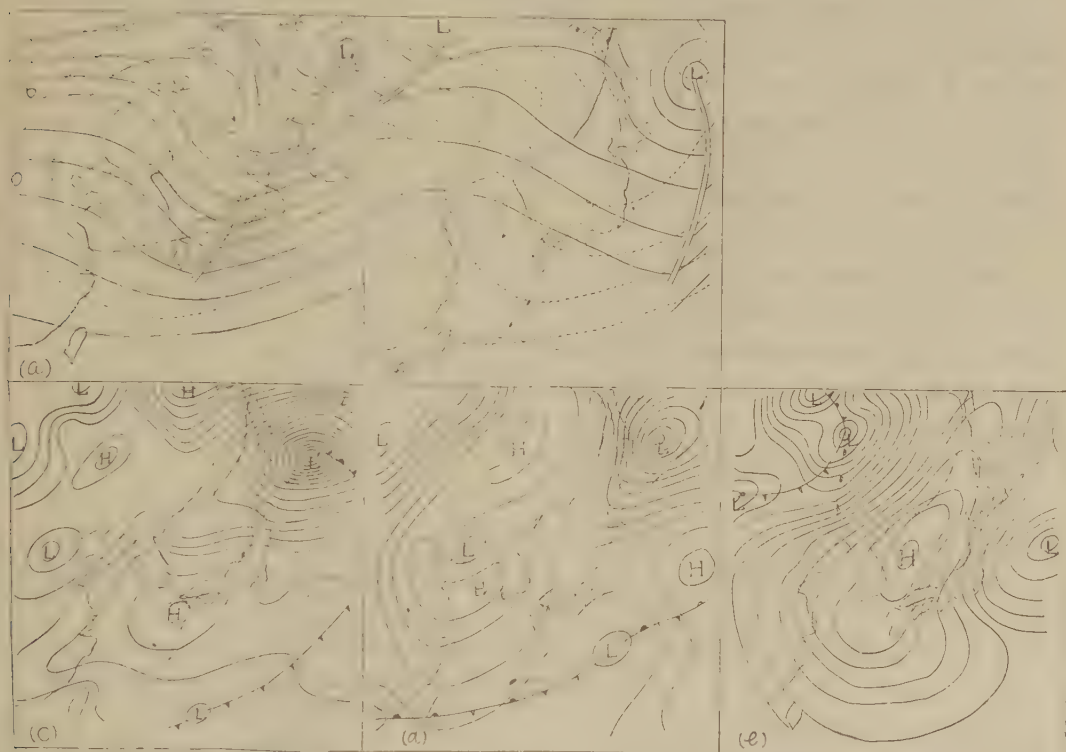


Fig. 3(a). 500 mb map 22 Apr. 1960 2100 J.S.T. and 24 hour height change from 21 to 22 (broken line)

(b) 700 mb map 22 Apr. 1960 2100 J.S.T.

(c) Surface map 22 Apr. 1960 0300 J.S.T.

(d) Surface map 23 Apr. 1960 0300 J.S.T.

(e) Surface map 24 Apr. 1960 0300 J.S.T.

ここでソレノイドの波型に及ぼす影響について考えて見よう。一般にソレノイドは垂直方向のものは大きな影響を持つが、水平方向のものは影響が少ないと考えられているようである。然し前記の例にも見られる通り、長波の発達の場合には、時により、相当大的な影響を持つと思われる。絶対渦度が保存されることだけを考えた波では、コリオリの影響と、相対渦度との関係だけの波であって安定であるが、発散とソレノイドの影響を考えに入れると波型が不安定となって来るのである。このうち発散の影響については後藤大壽大氏⁽²⁾ の調査があり、ジェット

ストリームによる収斂の影響と、 90°E での峰の発達との関係が調査されている。そこでこの調査では発散は除外してソレノイドの項について考えて見よう。

Fig. 4 (a~d') は左欄に等高線と等温線の関係の状態を、右欄はソレノイドの影響を加えた波型の変化を示す。

ソレノイドの影響は、場合によって異なるので、特徴をはっきりさせるために、等温線が等高線と直角に切り合った時、その影響が、等高線の最大振巾と同じ大きさの高気圧性或は低気圧性の影響を高度変化に与えるものとし、交わりの角度の減少に従って影響が減り、平行の時に0になるものとした。

右欄では、等高線を $\frac{1}{8}$ 波長進め、それにソレノイドの影響を加えて合成した。今等温線と等高線の振巾を夫々 A_I , A_C とする。

a) $A_I < A_C$ の場合

波はやや逆行し、振巾は部分的に減少している。

b) $A_I > A_C$ の場合

波はやや前進し、振巾はやや増大している。

c) 等温線と等高線の波型が逆の場合

等温線と等高線の切り合いを

全面的に描くことは困難である。最大のソレノイド効果は、峰と谷の中間の軸からやや離れた所に起るので、ソレノイドの効果を加えた全般の波型を描くことは困難であるが、無理に大体の波型を描けば、右欄に示すようである。即ち振巾は殆んど変わらず、型は両側で急峻となり、後方に突出すようになる。

d) 等温線の位相が、等高線の位相より遅れている場合

d 図は $\frac{1}{8}$ 波長のずれのある場合である。波は振巾を増し、やや前進している。前の峰と後の谷との間隔はやや広がっている。

d 図は同じく $\frac{1}{4}$ 波長のずれのある場合である。振巾は更に大きくなり、波は前進しない。ソレノイドの影響で、振巾が最も増加するのは、温度波が、気圧波より約 110° おくれる場合である。位相がおくれる程波は後退性を示して来る。

上記の a~d の図のうち、b と d と組合わせれば、振巾は最も大きくなるのである。即ち、

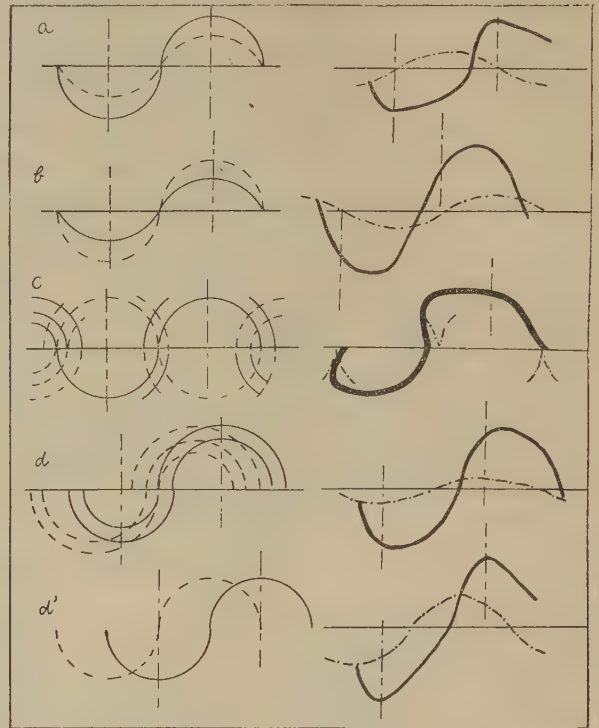


Fig. 4. Solenoidal effect

- Isotherm
- · - · - Initial locations of the trough and ridge
- Contour
- Solenoidal effect
- Illustrating superposition of (c) and (d)
- The outline of wave pattern illustrated superposition of (c) and (d)

温度波の振巾が気圧波の振巾より大きく、かつ温度波の位相が、気圧波の位相より遅れている場合に、気圧波は最も不安定化するであろう。

Fig. 2 の b, c 図では、気温波の振巾は気圧波の振巾より大きく、又位相のおくれが見られ、上記の結論のよい例となっている。峰と、次の谷との間隔がのびている点にも注意を要する。

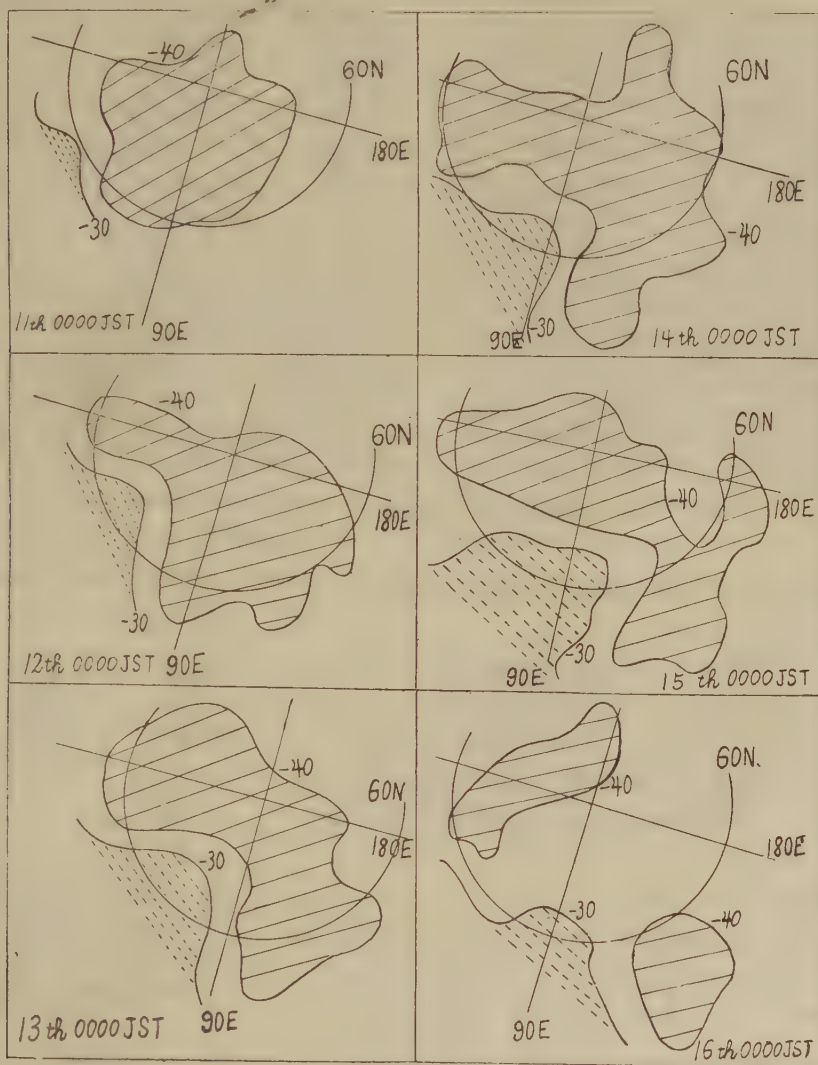


Fig. 5. Change of isotherm at 500 mb

Fig. 5 は11日から16日迄の 500mb における 30°C と 40°C の等温線の変化を示したものである。30°C 以上の暖気の進入が起ると同時に、極付近の寒気は急速に拡がりながら南下している。この寒気の拡がり単なる輻射冷却によるものとは思われない。

Fig. 6 は12日0時の 500mb 及び地上天気図で、これに10日から12日迄の 500mb での温度変化を重ねてある。b 図 から、500mb での暖気の進入は地上の低気圧の異常な発達によって

起ったものであることがわかる。a 図ではこの暖気の進入によるソレノイドのため 30°E 付近の谷の東側で W の風が見られる。その南側の SW 風との間に収斂が起ってこの付近の気圧を高める作用をしている。ソレノイドによる高気圧性の回転は 90°E 付近の谷の近く迄及んでおり、このために東側の谷を深め、且つこの谷に沿う寒気の南下を起している。この南下に伴い、

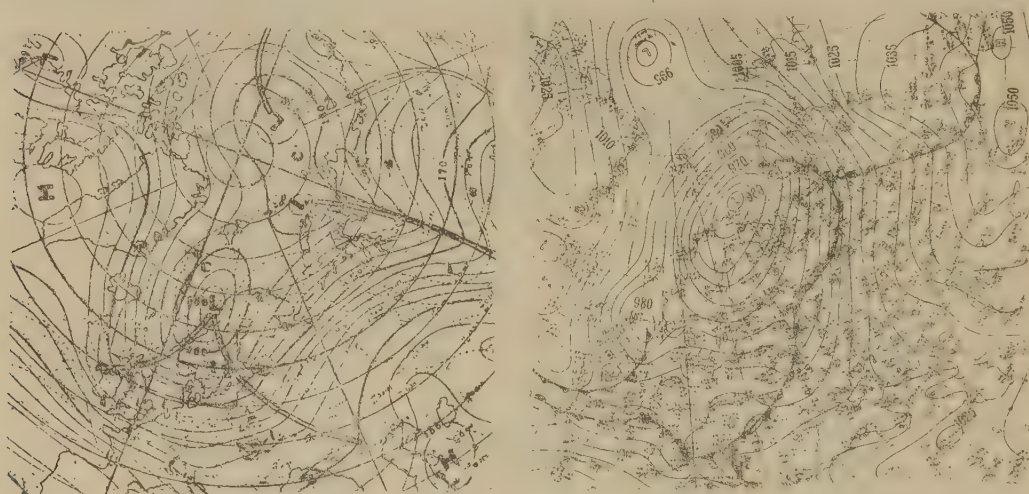


Fig. 6. 500 mb (a) and surface map (b) 12 Jan. 1955 00 J.S.T.
Contour ----- Isotherm

上層の寒気の降下によって寒気の領域の拡がり起っているものと考えられる。

従って、第3図に示される暖域と寒域の拡がり、スカンジナビア半島北東方の地上低気圧の異常発達による、ソレノイドの影響が大きくきいていると思われる。以上のようにソレノイド循環と季節風が結びつくことは余り多くないが、ソレノイド循環のあるときには殆んど例外なく峰が発達している。

4. 125°E 付近での谷の深まり

90°E で峰が発達した場合、その東側での谷の深まりは、Fig. 7(a) で示すように、0 に近い絶対渦度が保存されると、相対渦度は負のままであるために、谷が深まると考え

Table 4. Relation between maximum wind velocity at Kobe City and the location of the eastern ridge.

Location of the eastern ridge	Maximum wind velocity at Kobe City	
	below 14.9m/s	above 15.0m/s
$130^{\circ}\text{W} \sim 160^{\circ}\text{W}$	10	1
$150^{\circ}\text{E} \sim 170^{\circ}\text{W}$	2	5

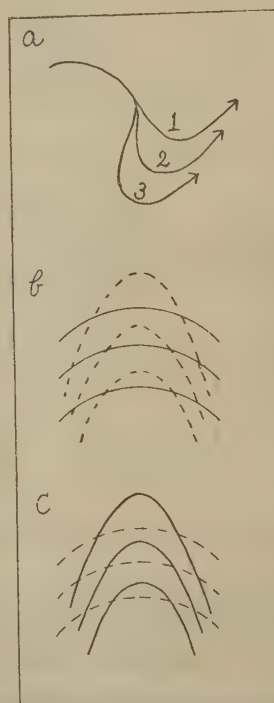


Fig. 7 ——— Contour
----- Isotherm

られているか、この場合にも、(b)に示す如く、等圧線の振巾より、等温線の振巾の方が大きい場合、峰の東側では高気圧性循環があるから、上記の性格は助長され、谷の深まりを助けると考えられる。実例によって調べると、90°Eで峰が発達する場合には、殆んどが(b)の形で、(c)に相当するものは見当らなかった。

Fig. 2 及び Fig. 5 はこの二つの例で起るもので、これが起りつつ東に移動したように見える。然し、その東側での峰の発達によって、この二つの峰にはさまれた谷が、相対的に深くなることの方が、冬季風には必要であるように思われる。125°E~130°Eでの谷が相対的に深い時、谷の両側で、低気圧性渦巻の移動が大きく、二座中での低気圧の発達が強い。季節風の強化は、90°Eでの谷の発達による東風の吹出しと、東側の低気圧の発達による変圧風とが重なった場合に起るようである。東側に峰のあった場合となかった場合との季節風の比較を Table 4 に示す。

15m/s以上の風が神戸で吹いた場合は、150°E~170°Wに峰があった場合が多い。Fig. 2 に示したような90°Eの強大な峰に対する季節風でも、東に峰がなかったために、14.9m/sで止ったのである。東側の峰については、川鍋⁽³⁾、藤範⁽⁴⁾氏等の調査がある。

5. 吹出しの時期

90°Eに大きな峰が出来、地上でも西高東低の気圧配置になったとして、実際に吹出すのはいつからかと言うことは、注意報を出す時期の点からも重要である。例えば本年(35年)1月23日の強風で多数の被害が遭ったが、各署共23日には吹出すことを予想していたにも拘わらず、注意報を出す時期が遅れ気味だった。

第5表に、幾つかの前兆となりそうなものと、吹出しとの関係を調べてあるが、結果は余りよくなく、バラツキが相当大きい。

Table 5. Outbreak and its sign of winter monsoon

Time interval from its sign to outbreak	1 5	6 10	11 15	16 20	21 25	26 30	31 35	36 40	41 45	46 50	Above 50	Total existence of sign	No sign
Cyclogenesis over Japan Sea	1		2	3		2	2	3	2			15	4
Above 4 mb pressure falling during 12 hour at Saigo and Wajima	2	1	7	3		2	1		1			17	2
Outset of pressure falling at Kobe			2	3	1	2	4	1	1		1	15	4
Above 40 m height falling of 700 mb surface at Yonago during 12 hour	5		3	1	2	1	1	1	1			15	4
Increasing of wind velocity above 10 m/s at Mt. Fuji during 12 hour	1	2	2	1				1	1			8	11
Pressure difference between Osaka and Shanghai is above 14 mb	10	1	2	2								16	3

これは一つには、季節風の吹出しの時期として、神戸の自記紙から読取ったのが適当でなかったとも思われる。神戸は吹出すのがやや遅れ気味で、海上より風が弱いままで過ぎることもある。

第5表では、神戸のスプリングの降下から11~35時間が割合まとまっている。西郷、輪島は同じ傾向で降下しており、神戸のスプリングより平均して前兆から吹出し迄の時間が短い、これは12時間毎の天気図で読取ったので、そのおくれがあり、又バラツキも大きくなっている。天気図上で低気が日本海に発生してからの時間経過は神戸の気圧降下と殆んど似ており、以上三つは同じことを表現しているのであるから、自分の所にある気圧計の変化に注意するのが、現場としては最もやり易いと思われる(時間のおくれがないし、たえず見られるから)。米子の700mb高度変化は、これよりややバラツキが大きく、富士山頂の風速増大は出ないことが多い。天気図上で西側の等圧線の数を見るのは、前兆から季節風の吹出し迄の時間が1~5時間のことが多く(但し、12時間に1回の天気図で調べてあるから、6時間毎の天気図では、もう少し余裕が出来るであろうが)、天気図作成の所要時間を考えると、間に合わないことも多いと思われる。

Fig. 8は3時間で(+) 2mb 以上の気圧変化のあった地域の移動状況であるが、吹出しの開始される時の(+)域の位置は、相当バラツいており、このままでは予報に使えるかどうか疑問である。

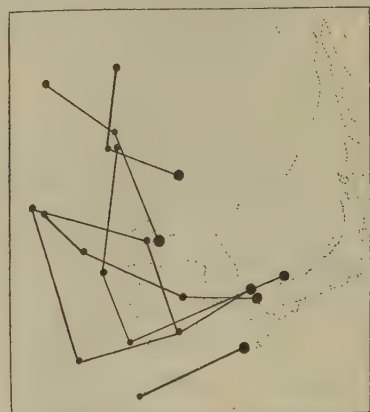


Fig. Movement of isalobaric center (above 2mb during 3 hours) associated with the outbreak.

- outset of outbreak
- movement of isalobaric center

文 献

- (1) 角谷久五郎: 季節風の予報について 昭和29年 海と空 Vol. 31 No. 1
- (2) 後藤大喜夫: シベリヤ高気圧の異常発達について 昭和34年 近畿研究会
- (3) 川鍋 安次: 季節風の予報 昭和31年 近畿研究会
- (4) 藤 範 晃雄: 寒気氾濫の一形態 昭和29年 近畿研究会

No. 5

豪雨機巧に関する一考察

神戸海洋気象台 金 谷 光 三

Some Consideration on the Mechanism of Heavy Rainfall.

Kobe Marine Observatory Kozo KANAYA

ABSTRACT.

The author present some considerations on the mechanism of heavy rainfall. As an example, the heavy rainfall at Isahaya in Nagasaki prefecture in the last decade of July in 1957 was explained by the theory of potential vorticity under some conditions. The theory of gravity wave was applied to unstable phenomena. Theoretical travelling velocity agreed considerably with observational values.

1. 緒 言

梅雨末期の豪雨に関する総観的に見た調査研究は数多くあつて、次第にその実体が明らかにされて来ている。近年レーダーの発達によつてその降雨の状況が時間的にも空間的にも細かく観測されるようになってからは色々と興味ある事実が見出されている。今そういった観測事実を列記すると、

- 1) 豪雨は山岳地帯（地形の影響による豪雨）ばかりでなく平野（最近では諫早の例）にでも起こる。
- 2) 豪雨は局地的に集中するばかりでなく東西に細長く伸びている場合もある。停滞性豪雨と移動性豪雨）

最近諫早の豪雨で福岡におけるレーダー観測やその他細かい天気図解析等より次のような興味ある事実が報告されている。

- 3) 前線とは無関係に各地に不安定現象が生じ気圧上昇、気温降下、突風を伴つており、西から東に移動し、山岳地帯を殆んど減衰することなく伝播している事実、またこの不安定現象は海岸から発生して海上では認められなかつた。
- 4) 不安定線の移動速度は中層の西寄の強風帯の最大風速に近い。
- 5) 不安定線付近では気圧、気温および風向、風速に著しい振動現象がわきている。これはものすごい対流の存在を示していて、従来の前線では説明できない。
- 6) 風のシャーが非常に大きく、地上で両側の風向が正反対である。
- 7) レーダーエコーに現われる地面との傾斜は非常に大きく殆んど垂直である。
- 8) pressure jump や突風などを伴つている。
- 9) 不安定線はレーダーエコーなどから見てその走向・移動は前線と全く別のものである。

されば豪雨機巧を考察する限り、これらの観測事実が統一的に説明されなければならない。

2. 豪雨機巧に関する考察

今まで研究されて来た色々の結果を検討してみると、今の所次にあげる事項は豪雨の場合かなり確定的のようである。

- 1) 下層に南寄, 上層には西寄の強風帯が存在すること.
- 2) 下層が収斂場になっていること.
- 3) 大気成層が不安定になっていること.
- 4) 高温多湿の層が存在すること.

筆者は以上の事項を豪雨機巧を考察する場合の前提条件とする.

一般に豪雨が起る場合の下層の等高線の走向は模図的に示すと Fig. 1 の如くで緯度が高くなるにつれ傾度が大きくなっている. この外に前述の(1)―(4)の条件が具備されていると考える.

さて気層が収斂すると質量も同時に輸送される筈である. そうするとそこには渦度の集積と共に質量の集積も起らなければならない. これは次のように考えるとはつきりする. 質量保存の法則より



Fig. 1. Schematic lower pressure pattern in heavy rainfall.

$$\frac{d}{dt}(\rho S H) = 0 \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

但し ρ : 空気の密度, H : 気柱の高さ, S : 渦管の断面積.

また順圧大気では絶対渦度が保存される. すなわち

$$\frac{d}{dt}(ZS) = 0 \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

但し, $Z = 2\omega \sin \varphi + \zeta$ = 絶対渦度. (S : 渦管の断面積). (2.1) を $\rho S H$. (2.2) を ZS で割り計算すると

$$\frac{d}{dt} \left(\ln \frac{ZS}{\rho S H} \right) = 0 \quad \text{又は} \quad \frac{d}{dt} (Z/\rho H) = 0$$

これを積分すると

$$\frac{Z}{\rho H} = \frac{Z_0}{\rho_0 H_0} = \text{const.} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

この場合, Z_0 は最初の状態を表す.

以上の結果より次の事がいえる.

- 1) $Z > Z_0$ のときは $\rho H > \rho_0 H_0$.
- 2) $Z > Z_0$ で今 $H = H_0$ の場合を考えると $\rho > \rho_0$ でなければならない. しかし, $H \gg H_0$ の場合 $\rho > \rho_0$ でも差支えない.

従つて, $Z > Z_0$, $\rho < \rho_0$ であるためには必ず $H > H_0$ なることが必要である.

すなわち気柱の伸長, 言換えればそこには上昇気流が存在しなければならない.

また静力学方程式より $\Delta p = -\rho g H$ の関係を用いると (2.3) は $Z/\Delta p = Z_0/\Delta p_0$ (2.4) となる. この結果より, ある気柱の渦度が増加するときは, それに比例してその気柱の上端と下端との気圧差が増加しなければならない. 従つてこのような気柱の積重なっている地上気圧の変動というのは上層において下層の気圧の増加を補償する発散が起きて, その発散の大きさの程度によつてきまるものと考えなければならない. すなわち

$$\begin{aligned} & \left. \begin{array}{l} \text{気圧上昇} \\ \text{変動なし} \\ \text{気圧下降} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{(上層の発散)} \triangleq \text{(地上気圧の変動)} \end{array} \quad \dots\dots\dots(2.5) \end{aligned}$$

と言える。

次に重要なことは、前述の下層の南寄の強風域の上に西寄の強風帯が存在することである。このような状況では下層の収斂によつて集積された空氣が上の強風帯によつて吸上げられ、そこに大規模な垂直運動が起る筈である。

この事は上層の強風帯は上層の発散場の分布を形作るものとして絶対必要なものであり、またこの発散場が上昇運動を支配するものと考えれば了解されることである。そしてこの下層の南寄の強風帯の最強軸と、上の強風帯のその軸との交点が上昇運動の最もはげしい所であり、この区域がとりもなおさず豪雨域と考えられる。また一般に豪雨の時は必ずと言って良い程雷雨を作っている。この場合重要なことは大規模な垂直運動である。斎藤(直)によると積雲性の対流活動は上層流の渦度に支配される。すなわち深い対流は殆んど決定的に上層の低気圧性渦度に関係しているものと見て差支えないと言っている。このような事からも筆者の渦位保存の原理を利用した考察は無理でない事が了解されよう。

以上のような考え方に立脚すれば色々な観測事実が説明されうる。豪雨を起す条件が具備されておれば、何処で起きても一向に差支えないわけで、何も山岳地帯に限られたわけではなく平野でも起りうるわけである。また豪雨の局地的な集中性はこのような気圧配置が変化せず、ずつと持続したものと考えれば充分説明がつくわけである。一方ある方向に細長く伸びた降雨分布をしている事実については、これは不安定現象に関連していて、これは後に論ずるつもりである。

これより諫早の豪雨に以上の考えを適用して考察して見よう。500 mb 半旬天気図によれば7月下旬は寒気の軸が南北に走り、気圧の谷は沿海州付近の低気圧より南に伸び、寒気は日本海まで浸入している。一方南の高気圧より高温多湿の空氣が南寄の風となつて吹き込み、本邦付近に長く前線が停滞していた。25日頃の地上天気図では低気圧が朝鮮南西海上にあつて、九州付近は南西の風がかなり強く吹き込んでゐる。(Fig. 2, Fig. 3 参照)。またそれに対応する500 mb 天気図を Fig. 4 に示す。これらの気圧配置からは充分豪雨の起りそうなことが予想さ

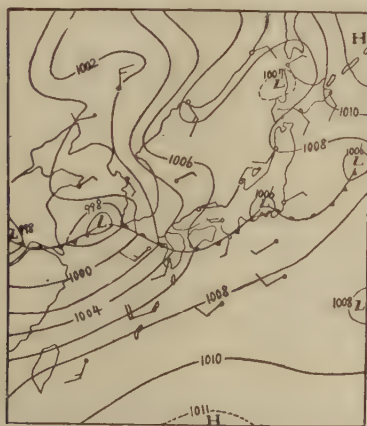


Fig. 2. Surface weather chart at 06 GCT 25 July 1957.

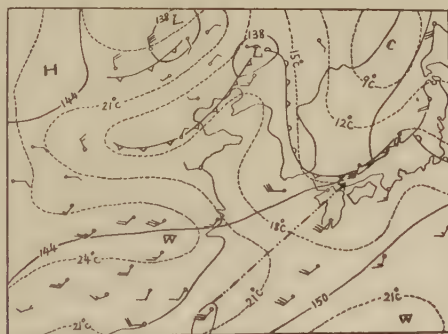


Fig. 3. 850 mb chart at 12 GCT 25 July 1957. The arrow (-----) indicates the axes of maximum wind velocity.

れる。また下層と上層の強風帯の最強風速軸 (Fig. 3, 4 の太い矢印線) の交点をしらべると九州付近になつてゐることが注目される。

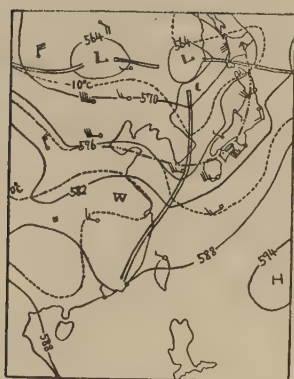


Fig. 4. 500 mb chart at 12 GCT 25 July 1957. The arrow(---) indicates the axes of maximum wind velocity.

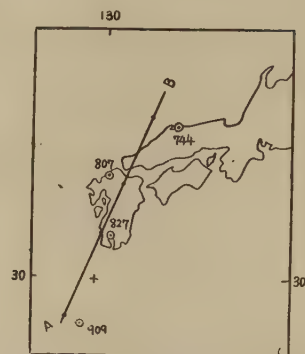


Fig. 5. Straight line indicates location of cross section. (Fig. 6. I, II, III)
Stations: Yonago (744); Fukuoka (807); Kagoshima (827) Naze (909).

次に暖気の模様を解析しなければならない。24日から25日にかけての相当温位の分布を Fig. 6. I. II. III に示す。(切断面は Fig. 5 参照)。これによると24日の21時には早くも福岡の上空2～3稜に湿潤な空気が浸入している。この層が次第に高度が高くなり、25日の9時には7稜まで湿潤層となつている。これに反して鹿児島、名瀬の上空4～7稜までが相対的にかなり乾燥している点が興味深い。又地上付近では24日21時には名瀬付近のかなり湿潤な空気は段々と北上して、25日9時には鹿児島上空3稜位までが全般に湿潤な層となり、21時には福岡上空の暖かい空気と連なつてゐる。このような変化は収斂による気柱の伸長と対流運動によるものと考えられる。外に興味ある事実は、Fig. 6 に示す如く25日10時には九州北西端に小高気圧

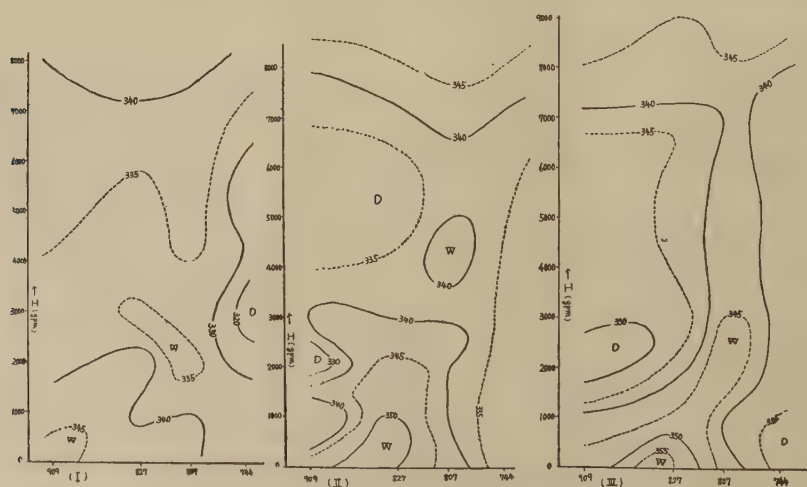


Fig. 6. Cross section of equivalent potential temperature K along AB in Fig. 4. D, dry. W, wet.

が見出されることである。この変化をたどると9時には全体に低圧部となつてゐる、それが一

時間後には急に高圧部に変つている。これに対応するレーダーエコーの図を Fig. 7 に示すが、降雨と高気圧の発生域は良く対応している。この事実については岸保博士は気圧場と運動の場との再調整の問題としてあくまで二次的にこの現象であるという。筆者は次のように考える。説明するまでもなく質量収斂による Δp の増加に対して上層にはこれを補償する発散がある筈である。昭和28年夏季の大雨についての朝倉の調査によると、降雨が起きている間は平均状態として下層で収斂し上層で発散との一般的傾向が見られることを指摘している。従つてこの場合 Δp の増加に対してそれを過補償する発散がないと考えれば説明がつく。

しかし、このような小規模の現象を現在のような粗い観測網では計算が不可能で上述の考察も推測の域を出ない憾みがある。

3. 不安定現象について

諫早の豪雨では特にこの不安定現象が強調されている。福岡管区気象台の報告によると3回にわたつてこの現象が起きている。

1) 第1回の不安定現象 (1957. July. 25. 9^h~14)

平戸で9時40分頃発生して東に移動している。(Fig. 8 I 参照)。発生地は8時50分頃平戸西方の古志岐島灯台北西方と推定されるといわれる。移動速度は平戸~大分間平均每時67軒、12時以後は毎時9軒に速度が落ちている。

2) 第2回目の不安定現象 (1957. July. 25. 18^h~21^h)

移動速度は平均70軒で西寄の強風帯の最大風速より少し弱い。(Fig. 8 II 参照)

3) 第3回目の不安定現象 (1957. July. 26. 2^h~5^h)

主方向は南東で平均75軒で移動している。前の二つよりも早くほぼ西寄の強風の最大風速に近い。現象の巾は50軒の狭いものであるが、牛深から油津までの山岳地帯を減衰もなく伝播している。

これら三回の現象の平均の移動速度を求めると20米秒となる。さてこの不安定現象を如何に説明するか。筆者はこの現象を渦位保存の概念を使つて考察して見よう。前にも述べたように、渦度の増加に比例して Δp が増加する。

この Δp の変動が作用となつて波動を起すものと考え。このように考えるとこれは内部重力波に関連がつく。

この理論は既に岸保博士によつて導出されている。その結果によると降雨を伴っている場合の内部重力波の移動速度は $C = \sqrt{S^*} \Delta p$ で表わされる。

但し、 Δp : 考えている気層の厚さ、 S^* : 不安定度を示す項で降雨中の場合は相当温位を用いる。

そこで北九州の豪雨前後の大気の成層状態をみるために福岡の高層資料を用いて相当温位の

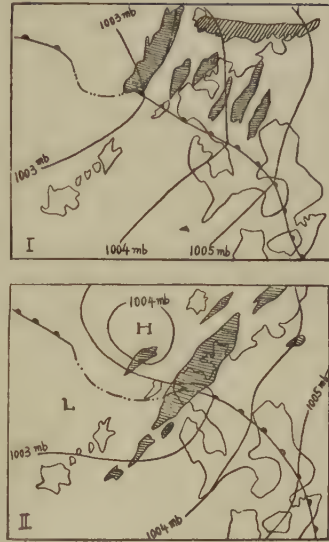


Fig. 7. (I) local surface chart at 00 GCT 25 July 1957.

(II) local surface chart at 01 GCT 25 July 1957.

The shaded area shows radar-echoes respectively. (redrawn from the report (1))

垂直分布の変化を追跡した。(Fig. 9 参照), これによると24日21時では 700 mb 以下の層が相当温位の垂直変化が負となっている。その他色々な点 10^{-4} を考えて気層の厚さを $\Delta p = 300 \text{ mb}$, また $S^* : 10 \text{ C. G. S.}$ にとると $C = 30 \text{ m/sec}$ になる。これと実測の平均 (20 m/sec) に比較すると order は一致しているものと見てよい。

最後に色々と討論して戴いた予報課の諸兄, また高層資料を送っていただいた福岡管区の諸富学兄に夫々厚く御礼申し上げます。

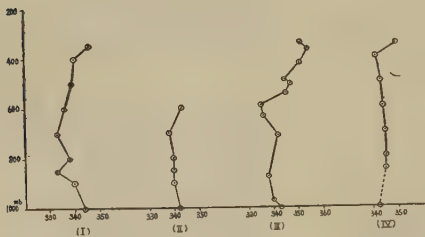


Fig. 9. Vertical distributions of equivalent potential temperature at Fukuoka.

- I) at 12 GCT 24 July 1957.
- II) at 00 GCT 25 July 1957.
- III) at 04 GCT 25 July 1957.
- IV) at 12 GCT 25 July 1957.

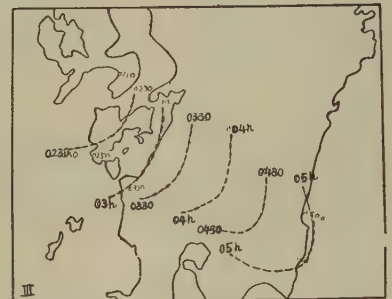
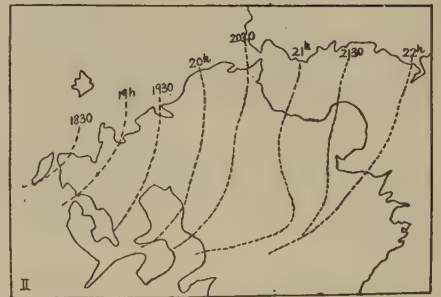
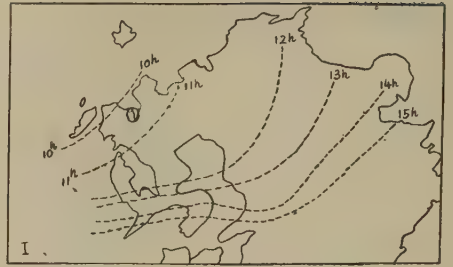


Fig. 8. Trajectories of unstable phenomena. Numbers (I. II. III.) indicate time of successive positions. (redrawn from the report (1))

文 献

- 1) 福岡管区気象台: 1957年度予報技術検討会資料.
- 2) 正野重方 (1947): 低気圧の発達 (大気擾乱の研究第10報). 中央気象台集報
- 3) 中央気象台 (1955): 昭和28年夏期大雨に関する報告 (II). 第39冊, 第1号
- 4) 岸保勘三郎 (1958): 豪雨の数値的取扱い. 予報技術検討会資料
- 5) T. Otani (1954): Converging line of the northeast trade wind and converging belt of the tropical air current. Geophys. Mag. vol. 25. 1-122.
- 6) K. Mohri (1956): An aerological study of heavy rainfall over west and central Japan during early summer 1953. Jour. Met. Soc. of Japan. vol. 34 No. 5.
- 7) 大沢綱一郎, 尾崎康一 (1957): 諫早方面の大水害について. 天気. vol. 4. No. 9.
- 8) L. L. Means (1954): A study of the mean southerly wind-maximum in low levels associated with a period of summer precipitation in the middle west. Bull. Amer. Met. Soc. vol. 35. No. 4. 166-170.
- 9) 永山盛善 (1956): 九州地方における1953年6月上旬の豪雨に関する二三の考察. 研究時報. vol. 8. No. 2.

No. 6

円形擾乱の垂直構造と移動との関係について

神戸海洋気象台 太 田 盛 三

The Role of Vertical Structure of Atmospheric Circular Vortex in the Movement of its Center.

Kobe Marine Observatory Morizō ŌTA

ABSTRACT

At the center of circular vortex, applying the formula of kinematic analysis to the tendency equation of atmospheric pressure at the earth's surface, it is readily seen that the movement velocity of disturbance center is separated into the components due to advection of air density and horizontal divergence of flow in the air column extended semi-infinitely upward. According to estimation of their orders, we can find that the former is the major portion of the steering and, generally in the case of mature tropical cyclone, the latter is almost negligible.

Furthermore, the present paper shows that the steering level is determined by the vertical structure of circular disturbance.

Then, in practice, selecting five examples, Palmén's model of hurricane, the typhoon Kezia, Kitty, Jane, and Marge, the heights of steering level are computed respectively.

Thus, it is concluded that the role of vertical structure of circular vortex is very important in the steering of the vortex center.

1. 序

地形の影響を無視した地上気圧の傾向方程式

$$-\frac{\partial p_0}{\partial t} = g \int_0^\infty \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) dz = g \int_0^\infty \mathbf{V} \cdot \nabla \rho dz + g \int_0^\infty \rho \nabla \cdot \mathbf{V} dz \quad \text{..... ①}$$

$$\text{に於て} \quad \mathbf{V}^* = \frac{1}{p_0} \int_0^{p_0} \mathbf{V} dp \quad \text{..... ②}$$

とおき①に代入すると

$$-\frac{\partial p_0}{\partial t} = \mathbf{V}^* \cdot \nabla p_0 + p_0 \nabla \cdot \mathbf{V}^* \quad \text{..... ③}$$

但し * 以外の符号はすべて慣用のものである。

地上気圧場の中心の移動は中心で $\frac{\partial^2 p_0}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 p_0}{\partial y^2} = \frac{1}{2} \nabla^2 p_0$ とすると

$$\mathbf{C} = \frac{-\nabla \left(\frac{\partial p_0}{\partial t} \right)}{\frac{1}{2} \nabla^2 p_0} \quad \text{..... ④}$$

③を④に代入すると Petterssen の公式

$$\mathbf{C} = \mathbf{V}^* + \frac{2p_0}{\nabla^2 p_0} \nabla (\nabla \cdot \mathbf{V}^*) \quad \text{..... ⑤}$$

が得られる。

⑤は簡単であるが、物理的意味が不明瞭であるから筆者は①を直接④に代入し円形擾乱の移動を示す公式として更に物理的意味の明瞭なものを導いた。

2. 円形擾乱の移動に関する考察

さて各種の場を基本場と擾乱場に分け慣例の符号を用いると

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{V} &= \bar{\mathbf{V}} + \mathbf{V}', \quad \rho = \bar{\rho} + \rho', \quad p_0 = \bar{p}_0 + p_0' \\ \mathbf{V} \cdot \nabla \rho &= (\bar{\mathbf{V}} \cdot \nabla \bar{\rho}) + (\mathbf{V}' \cdot \nabla \rho)' \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑥$$

然るに円形擾乱を仮定すると $\mathbf{V}' \cdot \nabla \rho' = 0$ なる故

$$(\bar{\mathbf{V}} \cdot \nabla \bar{\rho}) = \bar{\mathbf{V}} \cdot \nabla \bar{\rho} \dots\dots\dots ⑦$$

$$(\mathbf{V} \cdot \nabla \rho)' = \bar{\mathbf{V}} \cdot \nabla \rho' + \mathbf{V}' \cdot \nabla \bar{\rho} \dots\dots\dots ⑧$$

①の右辺の advection による第1項及び divergence による第2項を④に代入したものを夫々

$$\mathbf{C}_a = 2g \nabla \int_0^\infty \mathbf{V} \cdot \nabla \rho \, dZ / \nabla^2 p_0 \dots\dots\dots ⑨$$

$$\mathbf{C}_a = 2g \nabla \int_0^\infty \rho \nabla \cdot \mathbf{V} \, dZ / \nabla^2 p_0 \dots\dots\dots ⑩$$

とおくと $\mathbf{C} = \mathbf{C}_a + \mathbf{C}_a \dots\dots\dots ⑪$

先ず $\mathbf{C}_a$ について考えると $(\mathbf{V} \cdot \nabla \rho)' \gg (\bar{\mathbf{V}} \cdot \nabla \bar{\rho})$, $\nabla^2 p'_0 \gg \nabla^2 \bar{p}_0$ なる故 ⑨は近似式として

$$\mathbf{C}_a = 2g \nabla \int_0^\infty (\mathbf{V} \cdot \nabla \rho)' \, dZ / \nabla^2 p'_0 \dots\dots\dots ⑫$$

⑧を⑫に代入し各項毎に $\mathbf{C}_1, \mathbf{C}_2$ とすると

$$\mathbf{C}_a = \mathbf{C}_1 + \mathbf{C}_2 \dots\dots\dots ⑬$$

但し $\mathbf{C}_1 = 2g \nabla \int_0^\infty \bar{\mathbf{V}} \cdot \nabla \rho' \, dZ / \nabla^2 p'_0 \dots\dots\dots ⑭$

$$\mathbf{C}_2 = 2g \nabla \int_0^\infty \mathbf{V}' \cdot \nabla \bar{\rho} \, dZ / \nabla^2 p'_0 \dots\dots\dots ⑮$$

$$\text{擾乱の中心では } \nabla \rho' = 0, \quad \frac{\partial^2 \rho'}{\partial x \partial y} = 0, \quad \frac{\partial^2 \rho'}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \rho'}{\partial y^2} = -\frac{1}{2} \nabla^2 \rho'$$

$$\text{なる故 } \nabla(\bar{\mathbf{V}} \cdot \nabla \rho') = -\frac{1}{2} \nabla^2 \rho' \bar{\mathbf{V}}$$

$$\text{これらを⑭に代入すると } \nabla \int_0^\infty \bar{\mathbf{V}} \cdot \nabla \rho' \, dZ = \int_0^\infty \nabla(\bar{\mathbf{V}} \cdot \nabla \rho') \, dZ \text{ なる故}$$

$$\mathbf{C}_1 = g \int_0^\infty \nabla^2 \rho' \bar{\mathbf{V}} \, dZ / \nabla^2 p'_0 \dots\dots\dots ⑯$$

次に $\mathbf{C}_2$ について考えよう。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u'}{\partial x} &= \frac{\partial v'}{\partial y} = \frac{1}{2} Q', & \frac{\partial v'}{\partial x} &= -\frac{\partial u'}{\partial y} = \frac{1}{2} \zeta' \\ \frac{\partial^2 \bar{\rho}}{\partial x^2} &= 0, \quad \frac{\partial^2 \bar{\rho}}{\partial y^2} = 0, & \frac{\partial^2 \bar{\rho}}{\partial x \partial y} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑰$$

なることを仮定すると

$$\nabla(\mathbf{V}' \cdot \nabla \bar{\rho}) = \frac{1}{2} Q' \nabla \bar{\rho} + \frac{1}{2} \zeta' \nabla \bar{\rho} \times \mathbf{k}$$

但し $\mathbf{k}$ は鉛直上方に向う単位ベクトルを示す。

$$\begin{aligned} \text{従つて } \nabla \int_0^\infty (\mathbf{V}' \cdot \nabla \bar{\rho}) dZ &= -\frac{1}{2} \int_0^\infty (Q' \nabla \bar{\rho} + \zeta' \nabla \bar{\rho} \times \mathbf{k}) dZ \\ &= -\frac{1}{2g} \nabla \int_0^{\bar{p}_0} Q' d\bar{p} + \frac{1}{2g} \nabla \int_0^{\bar{p}_0} \zeta' d\bar{p} \times \mathbf{k} \end{aligned}$$

然るに $\frac{1}{p_0} \int_0^{\bar{p}_0} d\bar{p} \approx \frac{1}{p_0} \int_0^{\bar{p}_0} d\bar{p} = \mathbf{J}$, $\nabla Q' = 0$, $\nabla \zeta' = 0$ であるから

$$\nabla \int_0^\infty (\mathbf{V}' \cdot \nabla \bar{\rho}) dZ \approx -\frac{1}{2g} (Q^* \nabla \bar{\rho}_0 + \zeta^* \nabla \bar{\rho}_0 \times \mathbf{k})$$

これを⑩に代入すると C_2 の近似式が得られるが、更に $\frac{\nabla^2 p_0'}{f\rho} = \zeta'_{g0}$, $-\frac{\nabla \bar{p}_0 \times \mathbf{k}}{f\rho} = \bar{\mathbf{V}}_{g0}$ とおくと

$$C_2 = -\frac{Q^*}{\nabla^2 p_0'} \nabla \bar{p} - \frac{\zeta^*}{\zeta'_{g0}} \bar{\mathbf{V}}_{g0} \dots\dots\dots (18)$$

但し f はコリオリの因数を示す。

次に C_a について考えて見よう。

⑩に於て $\nabla \cdot \mathbf{V} = Q$ とおくと $\nabla^2 p_0 \approx \nabla^2 p_0'$ なる故、近似式として

$$C_a \approx 2g \nabla \int_0^\infty \rho Q dZ / \nabla^2 p_0' = \frac{2 \nabla (Q^* p_0)}{\nabla^2 p_0'}$$

が得られる。

ここで $Q^* = \bar{Q}^* + Q'^*$, $p_0 = \bar{p}_0 + p_0'$ を代入すると

$$C_a = \frac{2}{\nabla^2 p_0'} (\bar{Q}^* \nabla \bar{p}_0 + \bar{p}_0 \nabla \bar{Q}^* + Q'^* \nabla \bar{p}_0 + p_0' \nabla \bar{Q}^*) \dots\dots\dots (19)$$

となる。

3. 各成分の order の推定

$\mathbf{C}$ の中でも $\mathbf{C}_1$ は最も重要なもので従来指向流の思想は殆どこの成分によるものと考えて差支えないだろう。その詳細については後で述べることにしてここでは $\mathbf{C}_2$ 及び $\mathbf{C}_a$ の order を推定し、それらが一般に無視出来る程度のものであることを示す。

先ず⑩の右辺の第1項について考えると

$Q^* \sim 10^{-6}$ 乃至 10^{-7} (C. G. S.), $\nabla^2 p_0' \sim 10^{-9}$ (C. G. S.), $|\nabla \bar{p}_0| \sim 10^{-4}$ (C. G. S.) であるから $\left| \frac{Q^*}{\nabla^2 p_0'} \nabla \bar{p}_0 \right| \sim 10^{-3}$ 乃至 $10^{-4} \text{ m sec}^{-1}$ となり完全に無視出来ることがわかる。

次に第2項 $-\frac{\zeta^*}{\zeta'_{g0}} \bar{\mathbf{V}}_{g0}$ に移ろう。それには先ず ζ^* の計算について考える必要がある。

さて台風のように著しい円形擾乱の中心付近では空気粒子の運動方程式で遠心力の方が地球自転の偏向力より遙かに大きいので渦度としては地衡風渦度よりも旋衡風渦度の方を用いなければならない。

そこで ζ^* として旋衡風渦度を用いると地上の地衡風渦度 ζ'_{g0} は ζ^* の100倍位になる。

従つて $-\frac{\xi'^*}{\xi'_{90}} V_{90}$ は $10^{-1} \text{ m sec}^{-1}$ の程度で一般には無視出来るだろう。故にこれらの和 C_2 はあまりに問題にならない。

次に C_a の order を考えて見よう。今 C. G. S. 単位で $\bar{Q}^*, \nabla \bar{Q}^*, \bar{p}_0, \nabla \bar{p}_0$ の order を夫々 10^{-7} 乃至 10^{-6} , 10^{-15} 乃至 10^{-14} , 10^{-6} , 10^{-4} 程度とすると⑨に於て $\left| \frac{2}{\nabla^2 \bar{p}_0} \bar{Q}^* \nabla \bar{p}_0 \right| \sim 2 \times 10^{-3}$ 乃至 $2 \times 10^{-4} \text{ m sec}^{-1}$, $\left| \frac{2}{\nabla^2 \bar{p}_0} \bar{p}_0 \nabla \bar{Q}^* \right| \sim 2 \times 10^{-1}$ 乃至 $2 \times 10^{-2} \text{ m sec}^{-1}$ となる。又⑨第3項は⑨第1項の丁度2倍であるから $\left| \frac{2}{\nabla^2 \bar{p}_0} \bar{Q}^* \nabla \bar{p}_0 \right| \sim 2 \times 10^{-3}$ 乃至 $10^{-4} \text{ msec}^{-1}$ が得られる。

最後に⑨の第4項を考えると $|\bar{p}'_0|$ は $|\bar{p}_0|$ の3%位とすると、⑨第2項の order から $\left| \frac{2}{\nabla^2 \bar{p}'_0} \bar{p}'_0 \nabla \bar{Q}^* \right| \sim 6 \times 10^{-3}$ 乃至 $6 \times 10^{-4} \text{ m sec}^{-1}$ となる。

以上により⑨の第1, 第3, 第4の各項は非常に小さく完全に問題外であることがわかる。第2項も比較的小さく一般には省略出来るが、発生期の弱い低気圧などでは $\nabla^2 \bar{p}'_0$ が 10^{-9} (C. G. S.) よりも遙かに小さくなるので少々問題になるであろう。然しこれは基本場の変動に伴う見掛中心の移動に影響するものであつて、擾乱 $\bar{p}'_0$ 中心の移動には無関係である。従つて C_a も C_2 と同様擾乱 $\bar{p}'_0$ 中心の移動には無視しても差支えない。

4. 指向流及びその高度に関する考察

以上前章では C_1 を除く各成分の order を推定したので、次には最も重要な C_1 について述べるわけであるが、その前に C_1 から指向流の高度について考えて見よう。

今基本流の垂直分布が

$$\bar{V} = \bar{V}_0 + AZ \dots\dots\dots \textcircled{20}$$

で与えられるものと仮定する。但し A はベクトル定数で示された基本流の通減率である。

②⑩は $\lim_{Z \rightarrow \infty} |\bar{V}| = \infty$ なることを示しているので実際と矛盾するが、密度 ρ は高さ Z の増加と共に指数函数的に減少することを考えると $\lim_{Z \rightarrow \infty} \rho \bar{V} = 0$ となり C_1 を求める時②⑩は十分許容出来るであろう。

厳密には対流圏と成層圏とではモデルを別にするべきであるが、成層圏では非常に密度が小さいので実際には対流圏だけのモデルを考えれば十分でありその方が計算も簡単である。

又②⑩は対流圏だけを考へても簡単過ぎることもあり場合によつては2次式以上の高次のモデルを採用すべきであるが、計算を簡易化する為に②⑩を用いることにする。但し高次のモデルの場合には最小自乗法によつて A や V_0 を決定し②⑩の仮想モデルを作り、それから C_1 を求めれば十分であろう。然しこのようにして求めた指向流高度は仮想モデルによるものであり、実際には多少喰違があることに注意しなければならない。なお最小自乗法の場合には高さによつて荷重を変えるべきで厳密には $\nabla^2 \rho$ に比例する量であるが、実際には気圧に比例させる位の簡単な操作でも差支えない。

さて②⑩を②⑥に代入すると

$$C_1 = g \int_0^\infty \nabla^2 \rho' (\bar{V}_0 + AZ) dZ / \nabla^2 \bar{p}'_0 = \bar{V}_0 + Ag \int_0^\infty \nabla^2 \rho' Z dZ / \nabla^2 \bar{p}'_0$$

$$\therefore \nabla^2 p'_0 = g \int_0^\infty \nabla^2 \rho' dZ$$

従つて $C_1 = \bar{V}_0 + Ah$ ②1

とおくと

$$h = \frac{g}{\nabla^2 p'_0} \int_0^\infty \nabla^2 \rho' Z dZ \quad \dots\dots\dots ②2$$

勿論ここで h は指向流高度を示すものである。

又 $\nabla^2 \rho' = -\frac{1}{g} \frac{\partial}{\partial Z} \nabla^2 p'$, $\lim_{Z \rightarrow \infty} Z \nabla^2 p' = 0$ なる故②2より

$$h = \frac{1}{\nabla^2 p'_0} \int_0^{\nabla^2 p'} Z d(\nabla^2 p') = \frac{1}{\nabla^2 p'_0} \int_0^\infty \nabla^2 p' dZ \quad \dots\dots\dots ②3$$

更に気圧の垂直分布は静力学的平衡の仮定から

$$p = p_0 e^{-\int_0^Z \frac{g}{RT} dZ} \quad \dots\dots\dots ②4$$

次に気柱の平均気温を T^* (500 mb 付近の気温で代用) として

$$\frac{g}{RT^*} = K \quad \dots\dots\dots ②5$$

とおくと擾乱の中心付近では

$$\nabla^2 p' \approx \nabla^2 p'_0 e^{-kZ} + p_0 e^{-kZ} \frac{K}{T^*} \int_0^Z \nabla^2 T' dZ \quad \dots\dots\dots ②6$$

今 $\nabla^2 T'$ は擾乱の中心付近では垂直方向に波状分布をしているものとして

$$\nabla^2 T' = \tau_0 + \sum_{n=1}^\infty \tau_n e^{i(\sigma_n Z + \theta_n)} \quad \dots\dots\dots ②7$$

とおいて見よう。(但し n は整数)

そこで②7を②6に代入すると②3より実数部分だけをとれば

$$h \approx \frac{1}{K} + \frac{p_0 \tau_0}{\nabla^2 p'_0 T^* K} + \sum_{n=1}^\infty (A_n \sin \theta_n + B_n \cos \theta_n) \quad \dots\dots\dots ②8$$

但し

$$\left. \begin{aligned} A_n &= \frac{-p_0 \tau_n}{\nabla^2 p'_0 T^* (K^2 + \sigma_n^2)} \\ B_n &= \frac{p_0 \tau_n}{\nabla^2 p'_0 T^* (K^2 + \sigma_n^2)} \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots ②9$$

更に

$$h_0 = \frac{p_0 \tau_0}{\nabla^2 p'_0 T^* K}, \quad h_n = A_n \sin \theta_n + B_n \cos \theta_n \quad \dots\dots\dots ③0$$

とおくと

$$h \approx \frac{1}{K} + \sum_{n=0}^\infty h_n \quad \dots\dots\dots ③1$$

従つて②9, ③0, ③1より指向流高度が求められる。

5. 計算の実例

以上指向流の大部分は C_1 によつて支配され、その高度 h も近似的に求められることを述べたが、ここでは実際の台風を大ざつぱであるが、円形擾乱として取り扱い、その垂直分布を前

述の公式に適用して実測から C_1 及び h の推定を試みよう。

そこで先ず計算の実例としては1947年9月フロリダを襲った Miami-New Orleans hurricane を主に参考にして Palmén が提案したモデル, 1949年8月31日から9月1日にかけて関東地方に上陸した Kitty 台風の荒川氏による研究, 及び1950年9月13日から14日にかけて九州地方を通った Kezia 台風の増田, 竹内両氏による研究を採用した。

第1図はこれらの垂直構造から求めた ΔT の垂直分布を示すものである。但し $\Delta T = T_c - T_s$ で T_c は中心の気温, T_s は中心から 100 km の所における平均気温を表す。Palmén のモデルと Kezia 台風の場合では両者共に定性的傾向が非常によく似ていて 3~4 km 及び 9~10 km の高度で温核が著しく, Kitty 台風の場合では 14 km 付近にのみ著しい温核が現われている。

第2図は㉔と第1図から近似的に求めた $\nabla^2 \rho$ の中心付近における垂直分布であつて 1~4 km の範囲内に $\nabla^2 \rho$ の極大が認められる。

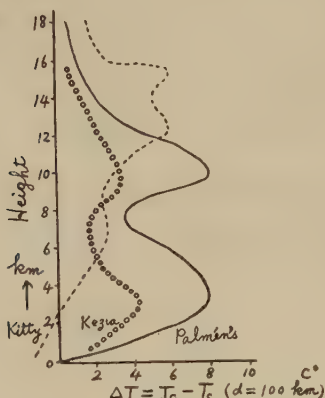


Fig. 1. Examples of vertical distribution of ΔT , where T_c is temperature at center and T_s is average temperature at distance 100 km from center.

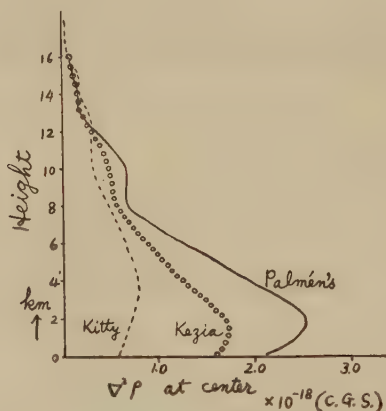


Fig. 2. Examples of vertical distribution of $\nabla^2 \rho$ at center of tropical cyclone.

∇^2 の計算には定差式を用い中心からの距離を d とすれば $\nabla^2 \approx \frac{-4\Delta}{d^2}$ となる関係を利用した。従つて $\nabla^2 \rho$, $\nabla^2 T$, $\nabla^2 p_0$ などは夫々 $\Delta \rho$, ΔT , Δp_0 から近似値を求めることが出来る。($d=100$ km)

今㉔の代りに

$$\Delta T \approx \Delta T_0 + \Delta T_1 \cos\left(\frac{2\pi}{H_1} + \theta_1\right) + \Delta T_2 \cos\left(\frac{2\pi}{H_2} + \theta_2\right) \quad \dots\dots\dots \textcircled{22}$$

を用い各定数を実例から示すと次の通りである。(㉔では $n=3$ 以上の高周波に関する項は小さいので省略されている。Kitty 台風の場合は $n=2$ の項も省略出来る。)

Table 1. Showing vertical structures of each case.

	ΔT_0	ΔT_1	ΔT_2	H_1	H_2	θ_1	θ_2
Palmén's	3.1	3.8	2.8	28	8	$2\pi - 1.34$	π
Kezia	1.5	1.8	1.3	28	8	$2\pi - 1.34$	π
Kitty	$\times$	4.7	$\times$	42	$\times$	$\pi + 1.17$	$\times$
Unit	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	km	km	radian	radian

但し中心付近における地上気圧の分布は次の如く仮定した。

Table 2. Showing surface pressure distribution of each case, where P_{03} =surface pressure at center.

	P_{cc}	ΔP_0	$\nabla^2 P_0$
Palmén's	956	-40	1.6
Kezia	960	-30	1.2
Kitty	975	-17	0.7
Unit	mb	mb	$10^{-9}(\text{C.G.S.})$

更に $\frac{1}{K} \approx 8.0 \text{ km}$ と仮定して第1表及び第2表を㉔, ㉕に代入すると次の如く第3表が得られる。

Table 3. Showing various elements concerned with height of steering level (unit: km).

	h_0	h_1	h_2	h
Palmén's	-2.2	-2.3	+0.1	3.6
Kezia	-1.4	-1.5	0.0	5.1
Kitty	$\times$	-2.4	$\times$	5.6

この表から判断すると h_2 も省略出来るようである。従つて一般には

$$h \approx \frac{1}{K} + h_0 + h_1 \dots\dots\dots \textcircled{33}$$

で十分であろう。

さて他の台風の場合についても実例を挙げると1951年8月の Marge 台風の中心で $\Delta T = 18^{\circ}\text{C}$ に及ぶ極めて顕著な温核が 5.4 km の高度で認められることが Simpson の飛行機観測による研究で述べられている。又1950年8月から9月にかけての Jane 台風の場合も増田・竹内の両氏によつて調べられている。但しイソプレットに使用された南方定点(北緯29度, 東経135度)の高層資料は Jane 台風が最も接近した時でも中心から 100 km 以上離れているので, Kezia 台風や Kitty 台風の場合程中心付近で詳細な垂直構造が得られなかつた。

そこで Jane 台風の場合でも ΔT の垂直分布を求める為に次のような近似的方法を採用した。即ち台風の中心が定点に最も接近した時の両者間の距離を S_1 , その時観測された気温を T_1 とし, 更に両者間の距離 S_2 なる場合もその時の気温を T_2 として $S_2 - S_1 = 100 \text{ km}$ になるような $T_2 - T_1$ の値を最も接近した時の前後で2回求めて平均したものを ΔT の近似値

とするのである。第3図はこのようにして求めた Jane 台風における ΔT の近似的垂直分布を示すものであり、Kezia 台風や Kitty 台風の垂直構造から判断するとこれ位の程度でも可成り良い近似を得ることが推察される。従つて第3図から Jane 台風の中心付近では約 13 km の高度で $\Delta T = 11^\circ\text{C}$ 位の可成り著しい温核の存在が想像される。

以上 Marge 台風や Jane 台風では ΔT の垂直分布が詳細にはわからないことを述べたが、一応中心付近の気温擾乱として両者共に

$$\Delta T \approx \Delta T_1 \cos\left(\frac{2\pi}{H_1} Z + \theta_1\right) \dots\dots\dots (34)$$

で与えられるものと仮定して大ざつばに h の推定を試みよう。

先ず ΔT_1 , H_1 , θ_1 , h の値を示すと第4表の通りである。

Table 4. Showing estimated vertical structures of the typhoons Marge and Jane.

	ΔT_1	H_1	θ_1	h
Marge	18°C	22 km	$\frac{3}{2}\pi$	4.9 km
Jane	11°C	48 km	$\frac{3}{2}\pi$	4.1 km

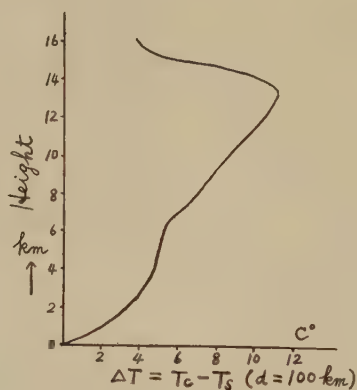


Fig. 3. Estimated vertical distribution of ΔT at center of the typhoon Jane.

6. 結 語

以上に述べたことを要約し更にその他の注目すべき事を補足すると次の通りである。

(i) 円形擾乱の移動は気柱の垂直積分による密度移流の成分と水平発散の成分に分けられるが、発達した台風では前者の方が遙かに卓越している。

(ii) 円形擾乱の指向流の大部分は (i) の理由により密度擾乱の強度 ($\nabla^2 \rho'$) に比例する量を荷重とした基本流の垂直積分で表わされる。(16 参照)

(iii) 従つて台風の指向流高度 h はその垂直構造の影響を可成り受けることがわかる。実例によれば大部分の台風の h は 3 乃至 6 km の範囲内に含まれることが推察される。

(iv) 台風の中心付近における著しい温核の存在は h を引き下げる効果を示すが、一方 $\nabla^2 p_0$ が大きい程、即ち台風が発達してその循環の大きい程、温核効果を弱める。一般に両効果は互に打消し合う傾向があるらしく、Marge 台風はその典型的実例であろう。

(v) 以上述べた考察には計算を簡易化する為に擾乱中心の軸が完全に垂直であることや仮温度には実際の気温を代用し得ることなどを仮定したが、近似値を得るには十分であろう。

(vi) このほかに注目すべきことは基本流の中に含まれている非地衡風成分の存在である。通常我々は指向流として気圧の基本場から求めた地衡風で代用しているが、特殊な場合には再検討を要する。

(vii) 以前筆者は“台風の進路予想に就いて(第1報)”(海と空, 第33巻, 第4・5号)の中で応用例や統計資料が少く結論としては稍々不満足あるが, 台風の指向流高度としては300 mb 面の方が500 mb 面よりも適当であるらしいということを述べたが, これは説明不足で誤解され易いので訂正したいと思う。即ちこの統計は速さだけを調べたもので方向については全然触れていない。このように300 mb 面における基本流の速さと台風移動の速さとの相関が500 mb 面におけるより大きいという結論は本質的なものではなく見掛けだけのもののようと思われる。

即ち, 実際は500 mb 面に比べて300 mb 面では擾乱が非常に小さく, 基本場の推定に伴う誤差が少いということで結局300 mb 面の方が利用し易いということになるらしい。

文 献

- 1) E. Palmén, 1948: *Geophysica*, Helsingfors, 3, p. 26.
- 2) H. Arakawa, 1950: *Papers in Meteorology and Geophysics*, 1, No. 2-4, p. 217.
- 3) Y. Masuda and M. Takeuchi, 1951: *Papers in Meteorology and Geophysics*, 2, No. 3-4, p. 234.
- 4) R. H. Simpson, 1955: *Proceedings of the Unesco Symposium on Typhoons*, p. 129.
- 5) 高橋浩一郎編, 1952: 最近の気象学, 第2集, 気象協会.
- 6) 太田盛三, 1957: 海と空, 第33巻, 第4・5号, 海洋気象学会,

No. 7~9

I. 紀伊水道の風を推測する為の沿岸気象観測所の風統計

はしがき 漁業関係者を主な対象とする海難防止の意味で沿岸気象官署の資料にもとづく紀伊水道の風を調べたので報告する。

紀伊水道に隣接して気象を観測している気象官署としては徳島、室戸、和歌山、潮岬及び洲本の五官署が代表的なものである。海上の船舶に直接影響する気象現象としてあげられるものは風と波であるので、まづ上記五官署の資料を使い紀伊水道に影響するとみられる気圧配置によつておこる強風を調べた。五官署で共通して観測する程の強風ならば、之ら官署で囲まれた紀伊水道の海上は、風速でも波浪でも著るしいものであるという断定のもとに論旨を進める。即ち紀伊水道の風を内包量的に考察しようとするものである。

ものである。

調査方法 時間の関係から調査の対象としたのは昭和28年—32年の五カ年である。資料は気象庁年報の月別日最大風速順位表より各地の風速、風向及び日時の値を得た。順位表には月間の最強風速から五位迄の所謂強風五傑がのせてあるので、各地別に強風日をひろい出し、五カ所中四カ所迄が共通して順位表にランクされた日を紀伊水道に十分影響を与える強風日とした。第1表に28年—32年の強風日を示す。そうして五カ年間におこつた強風日の各地別比較とその風向、風速の比較を統計した。更に同様の事を気圧配置別に行つた。

第1表その1 昭和28年の強風日

地名	徳島		室戸		潮岬		和歌山		洲本	
	月	日	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向
1	7	14.9	11	22.9	12	16.9	12	14.2	11	
"	12	16.5	12	25.1	12	16.5	15	15.0	12	12
2	1	12.5	12	14.2	13	13.0	14	10.1	13	
"	15	13.9	13	22.9	12	15.2	15	10.1	14	12.9
3	11	15.5	12	24.7	11	18.4	09	18.0	09	15.3
"	20		20.2		11	18.0	10	13.7	09	15.0
"	26	14.5	12		16.3	14	12.5	14	13.9	13
4	4	13.5	11	21.3	12	16.5	12	11.8	14	13.0
"	30	14.9	06	24.9	11	19.1	10	18.0	10	12.5
5	29	15.5	11	22.0	12	16.6	10	13.2	09	12.0
6	7	23.9	06	23.9	10	16.6	09	24.5	09	14.2
"	8	13.2	11	20.5	12	17.3	11	14.9	09	9.6
"	23	17.7	06	19.3	10		16.5	09	8.9	07
9	24	9.6	07	18.0	02	18.0	03	8.9	02	16.1
"	25	22.5	14	27.7	01	29.1	13	26.2	01	37.0
11	27	17.1	14	18.4	13	13.2	14	12.2	14	16.5
12	10	16.3	11	20.7	12	11.2	05	10.5	13	
"	26	14.9	11	21.1	13	13.0	13	11.3	13	

註：風速はm/s、風向は16方位

N=16, E=04, S=08, W=12,

第1表その2 昭和29年の強風日

地名	徳島		室戸		潮岬		和歌山		洲本	
	月	日	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向
1	25	14.5	11	20.2	12	14.2	14	14.9	13	
"	26		19.7		13	14.9	13	13.2	14	13.7
2	1	14.9	11		12.2	14	10.8	13	15.7	08
"	27	17.4	07	17.7	09	13.7	09	13.3	09	
"	28	13.2	12	19.3	11	17.7	09	17.1	09	
3	4		17.4		03	14.2	02	10.5	02	13.7
4	12	15.8	05	20.4	09	14.2	09	20.1	09	14.0
5	9	15.2	11	21.0	11	17.5	10	16.8	09	
6	6	13.2	06	21.4	10	17.3	09	17.4	09	
8	18	20.2	06	28.5	10	20.1	09	11.5	07	13.2
"	19	12.0	11	27.2	10	22.3	10	13.9	09	10.0
9	13	26.8	05	23.5	05	20.8	07	13.5	07	
"	14	32.2	06	21.3	08	21.6	07	20.8	08	
"	18	16.5	14	25.1	04	23.6	04	18.8	01	
"	26	30.2	06	25.7	08	24.1	10	24.9	08	21.0
10	25		13.9		01	15.8	03	10.5	01	13.4
11	18		16.1		02	12.9	02	8.5	02	13.7
"	27	6.7	15	21.4	05	15.7	04	10.5	01	18.4
"	28	9.4	14		17.1	03	12.9	16	17.3	01

第1表その3 昭和30年の強風日

地名 30年	徳 島		室 戸		潮 岬		和歌山		洲 本	
	月	日	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向
1	16		23.1	13	16.5	14	12.5	14	14.5	13
"	20	13.2	11	21.6	13	17.6	12	17.3	13	
"	30	12.4	11	25.9	11	16.8	12	14.9	12	
2	11	12.9	14	17.9	13	13.9	14	13.9	14	12.5
"	20	17.4	11	24.9	12	16.5	12	15.8	13	15.0
3	13	18.0	11	21.0	12	12.4	12	11.8	13	15.5
"	17	14.2	07	15.2	10	10.8	09	13.2	09	
"	18	14.8	13	16.3	10	11.3	10	15.8	09	
4	4	13.4	15	16.1	13		11.8	02	15.3	01
"	17		19.7	11	14.7	10	17.6	09	14.9	01
"	24	12.4	07	17.7	09	15.2	09	13.2	09	12.2
5	12	11.5	12	16.5	12	12.0	09	12.9	09	
6	15	10.8	05	14.5	05	10.3	03	9.1	09	7.3
"	19	20.1	11	10.8	06	12.4	12	16.1	09	8.4
8	30	11.8	06	16.8	11	10.3	09	11.8	09	9.6
9	30	24.8	06	16.9	08	13.9	07	18.4	08	16.5
10	3	17.1	05	24.4	04	19.1	03		17.1	02
"	20	15.3	12	25.1	02	29.9	09	15.5	01	24.2
11	16	8.2	14	19.0	10	17.6	09	17.7	10	10.3
12	17	11.2	13	17.3	14		11.5	15	15.2	15
"	28	10.3	12	16.3	13	15.2	13	10.8	13	

第1表その5 昭和32年の強風日

地名 32年	徳 島		室 戸		潮 岬		和歌山		洲 本		
	月	日	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	
1	12	13.5	14	14.9	13		11.5	02	18.2	16	
"	15	12.4	07	15.8	12	13.5	10	12.5	09		
2	3	15.8	06	18.2	12	20.5	09	9.3	08	11.5	16
"	11	12.4	12			15.2	14	11.3	15	11.7	11
"	28	12.5	12			15.3	13	9.8	13	11.3	14
3	21	14.2	14	17.4	13	15.3	14	13.2	14	15.8	15
4	11	12.5	06			13.7	09	12.4	10	11.2	07
"	19	13.5	06	15.2	09	14.2	09	16.3	10	9.3	08
5	5	10.1	06	19.1	10	15.5	09	13.2	09		
"	14			15.2	12	11.8	12	10.5	14	11.0	15
6	27	12.5	06	24.7	11	18.5	09	20.5	09	10.7	08
7	28	10.7	06	16.5	10			16.5	09	10.3	08
8	21	16.5	05			11.5	07	13.2	08	10.8	08
9	3	10.8	15			13.9	02	8.7	01	15.3	01
"	7	23.9	06	21.6	09	16.0	09	18.0	09	14.5	08
"	23			16.6	03	16.6	03	8.7	04	15.8	03
10	6	8.4	02	16.9	04	18.5	09	9.8	15	20.1	02
"	17	16.5	16	14.5	13	13.9	15	13.9	01	20.7	01
11	11	11.2	13	21.4	10	16.5	10	13.5	09		
"	20	9.0	16	13.9	16			10.1	01	14.2	16
12	13	18.4	08	21.3	08	22.6	09	17.7	10	13.9	08
"	18	13.9	13	19.7	12	14.5	12	11.5	13		

第1表その4 昭和31年の強風日

地名 31年	徳島		室戸		潮岬		和歌山		洲本		
	月	日	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	
1	4	14.2	15	25.5	05	19.9	03	16.8	01	24.4	02
"	7	14.5	11	25.7	12		12.5	12	14.4	13	
"	28	16.5	12	23.2	13	17.9	12	16.5	13		
"	29	17.6	12	22.6	13	16.3	13	12.7	13		
2	27	14.9	03	24.1	01	24.8	02	14.9	04	18.5	02
"	29	13.7	11	19.9	13	16.9	12	10.8	14		
3	12	14.9	13	24.9	12		15.2	15	13.7	14	
"	16	16.0	06	19.6	11	18.0	08	16.8	08		
"	25		19.6	11	16.1	10	17.3	09	13.0	01	
"	29	13.9	06	18.7	09	18.7	09	14.2	09	12.9	08
4	19	18.0	06	22.0	09	20.2	08	18.7	09	15.7	08
"	20	12.9	14	21.6	11	21.9	09	18.7	09	12.7	07
"	23	13.5	06	17.3	12	21.7	10	11.8	09		
"	25	14.6	06	18.2	12	18.2	11	13.4	09	11.7	08
5	6	12.5	13	16.6	12	11.7	09	14.4	10	9.8	12
6	12	13.4	06	18.8	12	13.2	10	14.9	09		
"	23	11.0	06	18.0	12	17.7	11	16.8	09	10.0	07
"	26	12.9	06	18.7	11		10.5	09	8.7	08	
8	17	24.2	06	25.9	10	21.4	08	21.3	09	15.5	08
"	18		13.5	12	10.7	12	11.7	12	8.4	01	
"	24	9.8	07	19.1	10	12.5	10	13.2	10	9.8	08
9	9	17.1	06	19.7	08	14.4	07	10.1	09		
"	10	23.8	06	19.7	08	14.7	08	16.5	09	13.5	08
"	27	12.2	14	18.0	16	24.1	14	13.5	02	19.4	16
10	11	11.5	07	17.1	10	15.5	11	12.2	09		
"	30	11.8	13	18.2	04	18.2	06		16.0	16	
11	16	9.8	13	15.0	13	11.3	13	8.7	15		
"	30	9.6	12	16.8	12	12.0	14	10.1	14	10.8	13
12	4	10.8	11	19.7	12	15.2	10	11.2	13		
"	5	12.9	12	23.2	12	16.8	13	17.1	12	12.9	12
"	7	11.0	12	16.5	11	15.8	12	11.7	10		
"	9	11.0	12	16.8	12	13.5	14	11.8	14	9.8	12

強風日 上記方法で五年分の表を作つた結果
112回の強風日を得た。之を年度別及び各地別
に分けると第2表及び第3表の如くなる。

第2表 年度別強風日数表

年	28	29	30	31	32	計
強風日数	18	19	21	32	22	112

第3表 各地別強風日数表

地名	徳島	室戸	潮岬	和歌山	洲本
強風日数	101	104	103	110	79

31年に強風が卓越した事が解り各地別にみると和歌山が112回の強風日中で110回を観測し、ここで取上げた強風日の殆んどに適合するのが注目に価する。其の他の所でも 洲本以外は100回以上の強風日を観測している。次に112回を算した各強風日毎の最強風を観測した日数を比較してみると第4表の如くなり室戸が圧倒的に

第4表 各強風日における最強風観測回数

地 名	徳 島	室 戸	潮 岬	和歌山	洲 本
最 強 風 観測回数	9	83	17	2	8

註： 強風回数は112回であるが、総計119回となるのは最強風値が二カ所等しい事が7回あつた為。

第6表 各地別強風日風向頻度及び各平均風速表

徳 島			室 戸			潮 岬			和 歌 山			洲 本		
風 向	回数	平均風速	風 向	回数	平均風速	風 向	回数	平均風速	風 向	回数	平均風速	風 向	回数	平均風速
		m/s			m/s			m/s			m/s			m/s
SE	27	17.3	W	27	19.9	SSW	23	16.9	SSW	39	15.4	S	24	12.7
WSW	18	14.7	WNW	16	18.5	SW	15	16.8	WNW	14	12.5	NNE	10	13.8
W	16	13.3	WSW	14	20.9	W	13	15.1	NW	12	11.9	N	8	17.8
NW	10	13.9	SW	14	20.7	NW	12	15.0	NNE	9	14.6	NE	8	17.7
WNW	9	12.7	SSW	7	19.0	WNW	8	16.5	SW	8	16.6	W	7	12.5
SSE	7	13.9	S	6	20.8	ENE	7	16.7	NE	6	10.8	WNW	6	13.2
ESE	5	17.4	ESE	4	21.2	NE	5	13.2	S	6	17.2	NW	5	12.9
NNW	4	11.3	E	4	21.2	SSE	5	16.4	W	5	14.2	NNW	5	13.9
N	2	12.8	NE	3	19.7	S	4	18.6	NNW	5	11.3	SSE	4	10.7
NE	1	8.4	NNE	3	21.9	WSW	4	17.2	E	2	11.8	ENE	1	15.8
ENE	1	14.9	N	2	16.0	NNW	3	15.2	SSE	2	12.5	WSW	1	11.7
S	1	18.4	ENE	2	17.0	E	2	19.7	WSW	1	14.2			
			SE	1	10.8	ESE	1	11.2	N	1	12.9			
			NW	1	17.3	SE	1	18.2						
	101	14.7		104	19.8		103	16.4		110	14.0		79	14.1

第7表 強風日の気圧配置と季別頻度表

気 圧 配 置 型	春	夏	秋	冬	計
1 日本海低気圧	22	7	4	18	51
2 台湾低気圧	—	6	15	—	21
3 西高東低	2	—	3	12	17
4 本州上通過低気圧	5	1	1	—	7
5 本太平洋低気圧	1	1	2	2	6
6 本太平洋低気圧	—	1	1	3	5
7 北高南低	—	—	3	—	3
8 梅雨前線	—	2	—	—	2

多い。更に強風日のおこつた回数を月別及び季別に分類してみると第5表の如くなり、冬季に

第5表 月別及季別強風観測日数表

月・季	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	計
強風 日数	10	13	12	12	12	6	10	1	7	13	7	9	112

強風日が一番多いのが解り、月別では1月と9月が最も多く現われた。9月の13回の中12回は台風によるもので、台風の接近と通過による2日連続して強風日となる事が多い。

風向及び風速の比較 各地別の強風日における風向頻度及び夫々の平均風速を出すと第6表

の如くなり各地の強風時の卓越風が察知出来る。即ち徳島は南東風、室戸は西風、和歌山及び潮岬は南南西の風、洲本は南風と室戸以外は各地共南寄りの風が卓越し南の開けた紀伊水道の地勢の影響がよく現われている。

強風日数では一番多かつた和歌山は風速の方が一番弱くあらわれ、室戸が最も強風を観測する。

気圧配置 かかる強風をあこす時の気圧配置は如何なるタイプの時であろうか。之を天気図型により 季節別に 分類すると 第7表の様になる。各型の代表的天気図を第1～8図に示す。日本海低気圧の通過に伴う前線の影響によるものが約半数で冬から春にかけて多い。台風によるものは夏から秋にかけて多く、本邦に最も影響ある台風シーズンと一致する。西高東低型によるものは冬の代表的な気圧配置であり、之又冬期の回数が多いのも当然である。その他のタイプによるものは回数少く季節的な分類は不可

能と思う。各気圧配置型による主風向を知る為
に作ったのが第8表である。

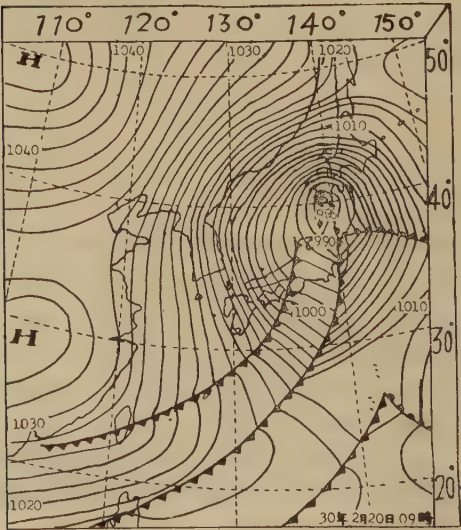
次に各気圧配置の簡単な説明をしておく。

1) 日本海低気圧型とは、低気圧が日本海を通過発達東進する際南に伸びる前線が紀伊水道を通過する前後に南後西寄りの強風を観測する型である。33年1月26日 沼島南西方で沈没全員死亡した南海丸は此の種類の急激な運動によるものである。2) 台風によるものは台風が本州或は近海を通過する際に観測するもので、夏から秋にかけて本邦に最も接近する時期に多い。

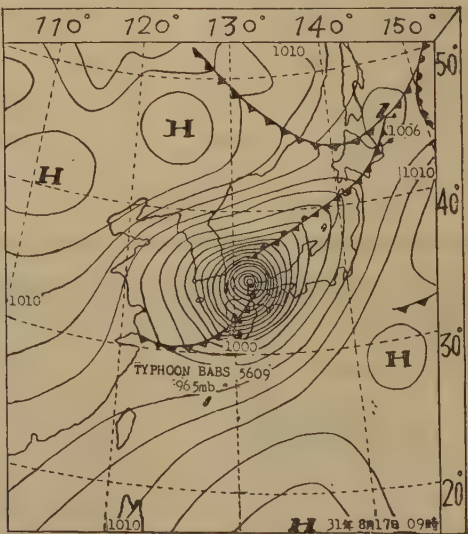
第8表 気 圧 配 置 別 主 風 向 分 類

風 向 気圧配置	NN	ENE	EENE	E	ESE	ESE	ESSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
日本海低気圧	5	1			1	13	9	14	44	26	26	39	26	9	6	2	221
台 風	9	7	2	3	4	9	8	19	11	6	1	4	2	4	1	6	96
西 高 東 低		1										2	15	23	25	6	74
本州上通過低気圧	1	2		1		3	1	5	9	4	5	1		1	1		34
太平洋側低気圧	5	6	4	2	2				1		2	2		1	2	1	28
二つ玉低気圧				1	1	3		1	3	1	1	6	2		1	2	22
北 高 南 低	2	5	4	1													12
梅 雨 前 線				1	2	1		2	2		1	1					10
計	22	22	10	9	10	29	18	41	70	37	38	68	53	40	17	13	497

第 1 図 日本海低気圧型



第 2 図 台 風



3) 西高東低型とは冬型の典型的な気圧配置で日本海低気圧或は沿海州低気圧が東進発達し三陸或は北海道東方に去りシベリヤ方面の高気圧が大陸方面から本邦付近まで張り出し本邦は全土にわたつて北西ないし西の風が卓越し、紀伊水道付近の気圧傾度が混んでいる時である。

4) 本州上低気圧通過型は低気圧が瀬戸内に入つたり、本州上を西から東に進んだり、或是一群となつて低気圧が本州上を通過するものである。

5) 太平洋側低気圧型は本州太平洋側を通過する際観測する強風で、冬期台湾付近で発生

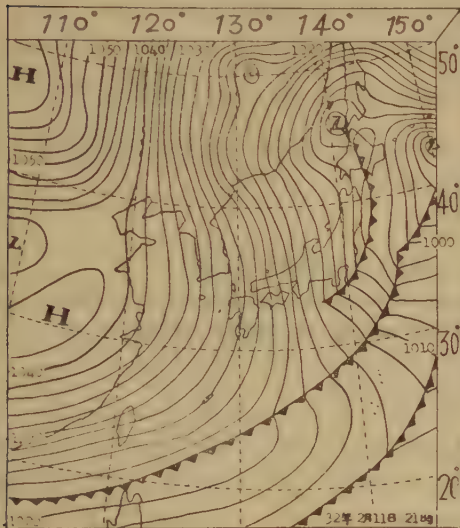
し、急速に発達北東進し、太平洋岸を進むもので、雪又は雨をもたらす台湾坊主と呼ばれるものが、代表的であるがよほど接岸しないと室戸、潮岬のみ吹いて他処では吹かない場合が多い。

6) ニツ玉低気圧型とは西方より進んだ低気圧が日本海と太平洋側とで閉塞し、南北二つの低気圧を形成するものである。

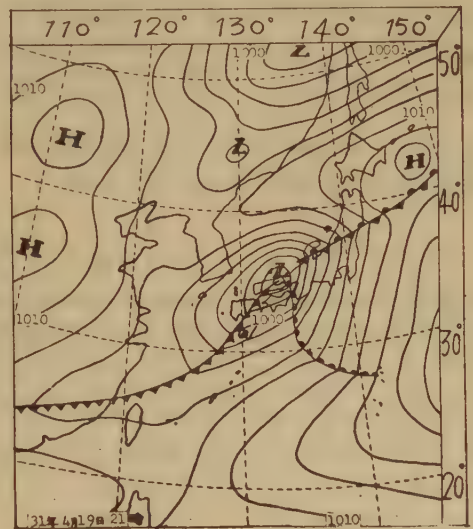
7) 北高南低型とはオホーツク海又は日本海方面で気圧が高く本邦南方洋上は気圧が低く南岸沿いに前線が形成され易く、北東気流が卓越し、一般に陰曇な天気をもたらすものである。

8) 梅雨前線に

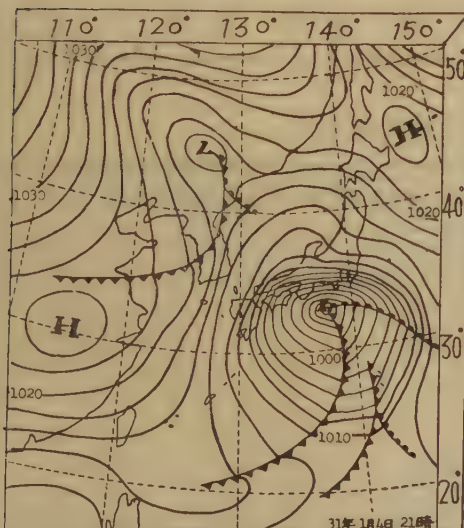
第3図 西高東低型



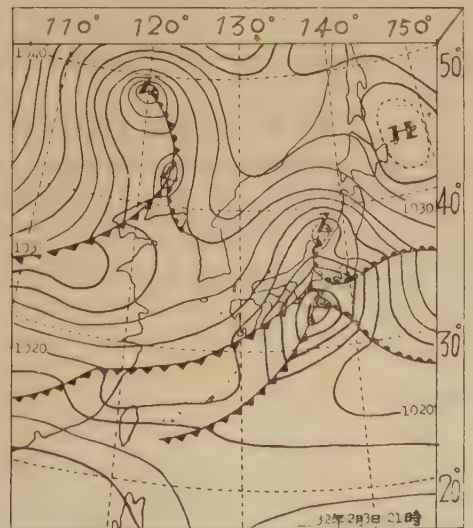
第4図 本州上通過低気圧型



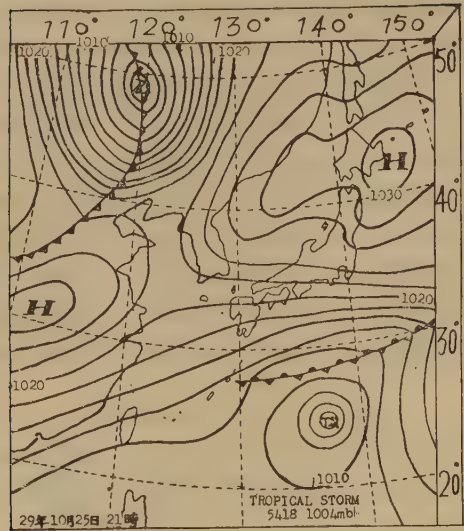
第5図 太平洋側低気圧型



第6図 ニツ玉低気圧型

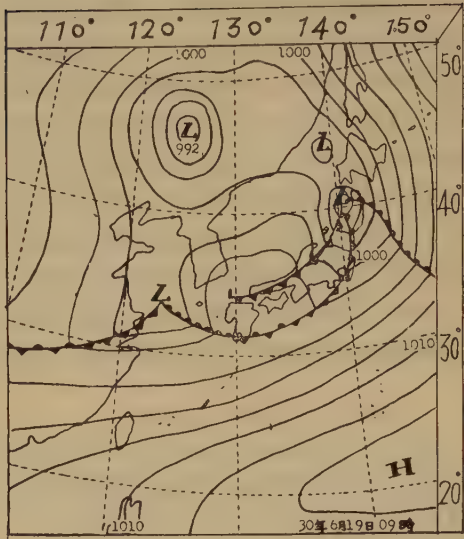


第7図 北高南低型



よるものは、梅雨期に本州付近を東西に走る梅雨前線の活動の活潑化したものである。

第8図 梅雨前線型



之等気圧配置型による各地の主風向を第9～16表に示す。

第9表 日本海低気圧 (51回) による各地方の強風向分類

風向 地名	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
徳島					1	13	6	1			12	6	6	1	1	1	48
室戸								1	5	9	10	18	6				49
潮岬								1	15	10	3	11	2	1	2		45
和歌山	1	1						1	24	7	1	2	9	4	1		51
洲本	4						2	10				4	2	3	2	1	28
計	5	1			1	13	8	14	44	26	26	41	25	9	6	2	221

第10表 台風 (21回) による各地方の強風向分類

風向 地名	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
徳島					3	9	1				1	1		3	1	1	20
室戸	1	2		2	1			5	1	4		1				2	19
潮岬		1	2	1				5	2	4	2	1	1	1			20
和歌山	5	2					2	4	6			1					20
洲本	3	2						8					1			3	17
計	9	7	2	3	4	9	8	19	11	6	1	4	2	4	1	6	96

第11表 西高東低(17回)による各地方の強風向分類

風向 地名	NN	NE	E	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
徳島												1	8	2	4			15
室戸													4	9	1			14
潮岬														5	10			15
和歌山		1											1	4	8	3		17
洲本											1	2	3	2	3	2		13
計		1										2	15	23	25	6	2	74

第12表 本州上通過低気圧(7回)による各地方の強風向分類

風向 地名	NN	NE	E	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
徳島		1					3					1			1			6
室戸					1					1		4	1					7
潮岬									1	3	3							7
和歌山										5	1					1		7
洲本	1	1						1	4									7
計	1	2			1		3	1	5	9	4	5	1		1	1		34

第13表 太平洋側低気圧(6回)による各地方の強風向分類

風向 地名	NN	NE	E	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
徳島				1								1			1	2		5
室戸	1			1		2							1					5
潮岬		2	2	1								1						6
和歌山	2	1		1						1							1	6
洲本	2	3											1					6
計	5	6	4	2	2					1		2	2		1	2	1	28

第14表 二つ玉低気圧(5回)による各地方の強風向分類

風向 地名	NN	NE	E	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
徳島							2					1	1	1				5
室戸					1						1		3					5
潮岬						1	1			2						1		5
和歌山									1	1			1	1				4
洲本													1				2	3
計					1	1	3		1	3	1	1	6	2		1	2	22

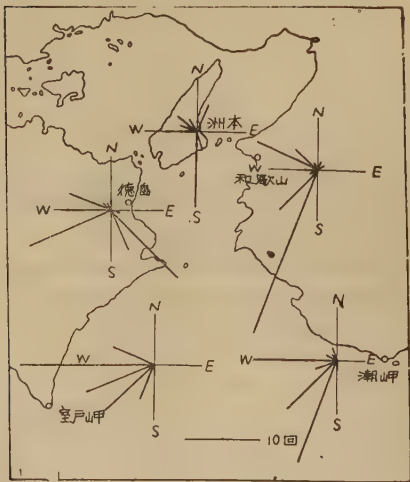
第 15 表 北高南低（3回）による各地方の強風向分類

風 向 地 名	NN	ENE	E	ESE	SE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
徳 島															3
室 戸		1	1												3
潮 岬			1	2											3
和 歌 山		1	1		1										3
洲 本			2	1											3
計	2	5	4	1											12

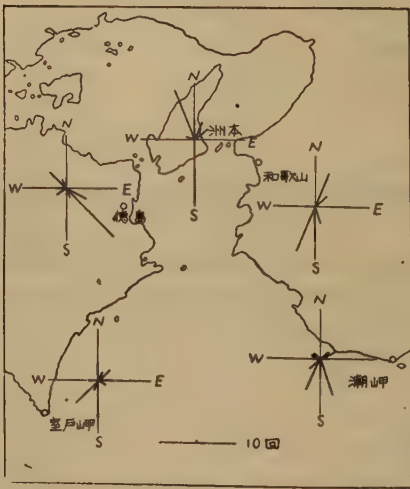
第 16 表 梅雨前線（2回）による各地方の強風向分類

風 向 地 名	NN	ENE	E	ESE	SE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
徳 島				1					1						2
室 戸				1	1										2
潮 岬			1						1						2
和 歌 山							2								2
洲 本						2									2
計			1	2	1	2	2		2						10

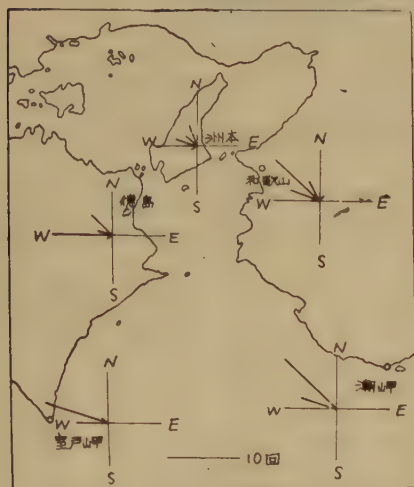
第 9 図 日本海低気圧による風配図



第 10 図 台風による風配図



第 11 図 西高東低型による風配図



之等によつて各地方の吹き易い強風が知れるであらう。即ち日本海低気圧型によれば、徳島では南東風及び西寄の風、室戸では西風、潮岬と和歌山では南南西の風、洲本は南風が吹き易い。台風によるものでは徳島の南東、洲本の南がはつきり現れる。西高東低はさすがに各地とも西～北西にまとまつている。その他のタイプは少数例の為はつきりしない。第9—11図に上記三タイプの風配図を示しておく。

あとがき 以上で沿岸資料にもとづく紀伊水道の風の報告を終るが、五カ所の気象官署に包まれた紀伊水道に対し、統計資料をどの程度の海上まで内包量的に及ぼすかは各地方について精しく研究する必要がある一般的に論ずる事は出来ない。大雑把に見れば陸上、岬や島、海上の風速は0.5、0.7、1.0位の割合をなしている。即ち海上の風速は陸上の倍位あると見てよい。

今後の問題としては陸上と洋上の同時観測の資料を蓄積する事が望ましく紀伊水道の紀州側中央部、四国側の三線の強風時洋上同時観測の資料と陸上資料とを比較すれば充実した紀伊水道の海上気象が知れると思う。此の為には強風時でも航行可能な大型商船の観測資料に待つ所が大きい。出入港時まもない時で多忙な時間と思われるが、海難防止の為協力せられん事を切望するものです。気象台側としては必要資料の入手の為訪船を怠らず、気象海象状況の聴取、調査にやぶさかでない万全の対策を講ずべきである。

本調査は紀伊水道全域に影響すると考えられる強風について調べたもので局地的におこる強風現象の調査も将来行われねばならない問題である。以上本調査を実施して感じた事を述べて報告を終える。

(海上気象課)

Ⅱ. 強風日における小松島及び高知航路

調査Ⅰで強風日としてとりあげた日に実際の程度の風を船舶が観測しているかを知るために、小松島及び高知航路（第1図）の太平丸、

第1図 小松島及び高知航路



明石丸、高知丸及び須磨丸の資料（太平丸及び高知丸は航海日誌から、須磨丸及び高知丸は高知地方気象台が依頼している気象、海象観測表より）について当つてみた。資料は太平丸（30年7月～32年12月）、明石丸（32年1月～32年12月）、高知丸と須磨丸（32年7月～32年12月）のものである。第1表にその統計表を示すが、風向風力は当日の最大風力をのせてある。

太平丸（小松島航路）については強風日61日中18日欠航或は遅発している。之を気象状況別にみると台風によるもの10日、日本海通過低気圧によるもの6日、本州上通過低気圧によるもの2日となる。欠航しなかつた日で風力6以上（10.8m/s以上）を観測したのは2日である。強風日として取りあげなかつた日で強風の為延着したのが1日又風力7を観測した日も1日丈ある。

第1表 強風日における小松島及び高知航路の風観測及び欠航状況

太平丸（小松島航路、967 総吨）										
年月日	気 圧 配 置			風 向	風 力	観 測 場 所			備 考	
30	8:30	日本海	低気圧	SE	3	小松島、於龜	磯航	欠航	航	
	9:30	日本海	22 低	S	5	小松島、壁	沖航			
	10:3	日本海	23 低	NE	5	小松島、壁	沖航			
	10:20	日本海	26 低	NW	4	小松島、壁	沖航			
	11:16	日本海	26 低	NW	5	小松島、壁	沖航			
	12:17	日本海	26 低	NW	2	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	12:28	日本海	26 低	NW	2	小松島、壁	沖航			
31	1:4	太平洋	低気圧	NW	5	小松島、壁	沖航			
	1:7	太平洋	低気圧	NW	5	小松島、壁	沖航			
	1:28	太平洋	低気圧	入渠中	5	小松島、壁	沖航			
	1:29	太平洋	低気圧	NE	4	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	2:27	太平洋	低気圧	NE	3	小松島、壁	沖航			
	2:29	太平洋	低気圧	W	4	小松島、壁	沖航			
	3:12	太平洋	低気圧	W	4	小松島、壁	沖航			
	3:16	太平洋	低気圧	E	4	小松島、壁	沖航			
	3:25	本州上	通過低気圧	SW	2	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	3:29	本州上	通過低気圧	SSE	2	小松島、壁	沖航			
	4:19	本州上	通過低気圧	SE	2	小松島、壁	沖航			
	4:20	本州上	通過低気圧	SE	3	小松島、壁	沖航			
	4:23	本州上	通過低気圧	SE	4	小松島、壁	沖航			
	4:25	本州上	通過低気圧	SE	3	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	5:6	本州上	通過低気圧	NW	3	小松島、壁	沖航			
	6:12	本州上	通過低気圧	E	2	小松島、壁	沖航			
	6:23	本州上	通過低気圧	SW	3	小松島、壁	沖航			
	6:26	本州上	通過低気圧	S	3	小松島、壁	沖航			
	8:17	日本海	低気圧	SW	6	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	8:18	日本海	低気圧	W	2	小松島、壁	沖航			
	8:24	日本海	低気圧	W	2	小松島、壁	沖航			
	9:9	日本海	低気圧	SE	4	小松島、壁	沖航			
	9:10	日本海	低気圧	SW	2	小松島、壁	沖航			
	9:27	日本海	低気圧	NE	2	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	10:11	本州上	通過低気圧	NW	3	小松島、壁	沖航			
	10:30	本州上	通過低気圧	NE	3	小松島、壁	沖航			
	11:16	本州上	通過低気圧	W	4	小松島、壁	沖航			
	11:30	本州上	通過低気圧	NW	4	小松島、壁	沖航			
	12:4	本州上	通過低気圧	W	4	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	12:5	本州上	通過低気圧	W	6	小松島、壁	沖航			
	12:7	本州上	通過低気圧	NW	6	小松島、壁	沖航			
	12:9	本州上	通過低気圧	W	3	小松島、壁	沖航			
32	1:12	本州上	通過低気圧	N	4	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	1:15	本州上	通過低気圧	NW	3	小松島、壁	沖航			
	2:3	本州上	通過低気圧	NE	4	小松島、壁	沖航			
	2:11	本州上	通過低気圧	入渠中	4	小松島、壁	沖航			
	2:28	本州上	通過低気圧	W	4	小松島、壁	沖航			
	3:21	本州上	通過低気圧	W	4	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	4:11	本州上	通過低気圧	SW	3	小松島、壁	沖航			
	4:19	本州上	通過低気圧	SE	2	小松島、壁	沖航			
	5:5	本州上	通過低気圧	SE	2	小松島、壁	沖航			
	5:14	本州上	通過低気圧	NW	3	小松島、壁	沖航			
	6:27	本州上	通過低気圧	SW	6	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	7:28	本州上	通過低気圧	SW	6	小松島、壁	沖航			
	8:21	本州上	通過低気圧	SE	7	小松島、壁	沖航			
	9:6	本州上	通過低気圧	NE	4	小松島、壁	沖航			
	9:7	本州上	通過低気圧	NE	4	小松島、壁	沖航			
	9:23	本州上	通過低気圧	ESE	8	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	10:6	本州上	通過低気圧	NE	2	小松島、壁	沖航			
	10:17	本州上	通過低気圧	NW	5	小松島、壁	沖航			
	11:11	本州上	通過低気圧	NW	5	小松島、壁	沖航			
	11:20	本州上	通過低気圧	NW	5	小松島、壁	沖航			
	12:13	本州上	通過低気圧	W	9	小松島、壁	沖航	欠航	航	
	12:18	本州上	通過低気圧	NW	6	小松島、壁	沖航			

第1表つづき

明石丸(高知航路1081総屯)							高知丸(高知航路795総屯)			須磨丸(高知航路1200総屯)		
年月日	気圧	配置	風向	風力	観測場所	備考	風向	風力	観測場所	風向	風力	観測場所
32 1 12	西	高	東	低	N	5	讃岐線、播磨灘					
1 15	日本海	低気圧	NW	3	於 龜 磯							
2 3	二つ玉	低気圧	入渠中									
2 11	西	高	東	低	NW	4	大 阪 湾					
2 28	西	高	東	低	NE	3	大 島一伊島間					
3 21	西	高	東	低	N	6	室 戸 岬 沖					
4 11	日本海	低気圧	SW	4	室 戸、甲 浦							
4 19	日本海	低気圧	NE	2	大 阪 港							
5 5	日本海	低気圧	S	4	小 松 島 避 航	避航						
5 14	日本海	低気圧	W	3	高 知 港							
6 27	本州上通過	低気圧	SW	5	大 阪 港	欠航						
7 28	日本海	低気圧	SW	2	大 阪 港	欠航	SW	5	大 阪 湾	SSW	7	神 戸 沖
8 21	台 風 7 号	SW	3	大 阪 港	欠航							
9 6	台 風 10 号	SW	1	高 知 港	欠航							
9 7	台 風 10 号	S	6	高 知 港	欠航							
9 23	北 高 南 低	NE	2	大 阪 湾			NW	3	室戸、伊島			
10 6	本州上通過	低気圧	WNW	3	大 阪 港		N	5	伊 島	N	6	大 阪 湾
10 17	日本海	低気圧	SW	5	浦 戸		S	3	友ガ島水道			
11 11	日本海	低気圧	N	4	伊 島		N	5	伊 島			
11 20	台 風 21 号	S	7	室 戸、高 知	避航							
12 13	日本海	低気圧	W	4	室 戸、甲 浦		W	4	高 知 港			
12 18	日本海	低気圧	W	3	室 戸 沖		NNE	4	大 阪 港			
							7回					

明石丸(高知航路)については強風日22日中7日欠航或は避航している。気象状況別にみると、台風によるもの3日、日本海低気圧通過によるもの3日、本州上通過低気圧によるもの1日である。明石丸には此の外で欠航したり避航した例はなかつた。

高知丸と須磨丸の方は資料少く、欠航状況は解らない。

以上の結果から判断すると、

- 1) 強風日に欠航或は避航となる割合は約 $\frac{1}{4}$ である。
- 2) 欠航理由は台風の接近或は通過によるものが一番多く次いで日本海低気圧の通過によるものである。
- 3) 欠航或は避航した場合以外の強風日で風

力6以上を観測した例が非常に少いのは注目に価する。之は観測時間が0、4、8、12、16、20時の4時間おき6回観測の資料にもとづく事と、大阪一小松島、大阪一高知間を動いている船舶、又は碇泊中の観測資料によつた為、強風海域との時間的ズレが考えられる事がいふまでもない為である。

- 4) 第2、3図に小松島及高知航路の最強風配図をのせるが、高知航路に南東方向があらわれていないのが両航路の主な相違と云えるであろう。

終りに当り観測資料を提出願つた関西汽船の各船各位に深い感謝の意を表する次第です。

(海上気象課)

航路についての所見（北米航路復航）

3月の北米航路復航において 40° N線及び 30° N線を夫々 parallel sailing した山君丸と姫路丸の気象観測報告を入手したが、大体同時期に航海したにも拘わらず北のコースを取った山君丸は5回にわたる暴風に遭遇したが、南のコースを取った姫路丸は暴風階級に達する風速は観測しなかった。

対象的な例としてここに紹介する。

山君丸の場合

- I 航海期間 出港年月日 34. 3. 12
入港年月日 34. 3. 31
- II 航路 43° — 40° N を最高緯とする。(第1図)
自バルボア 至横浜

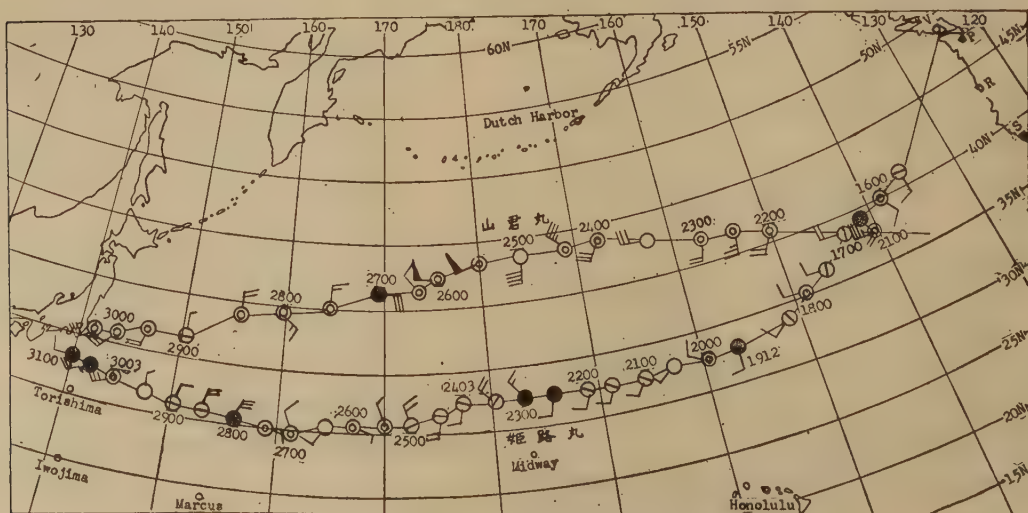
III 状況及積荷 山君丸は3月12日パナマのバルボアを出航し横浜に向い復航の途に就いたが途中5回にわたる暴風に遭遇し難航した。当時の毎時間観測の気象資料を入手したので次に

その概要を述べる。山君丸の積荷は石炭8000屯と雑貨であつたが船体の被害はなかつた模様である。

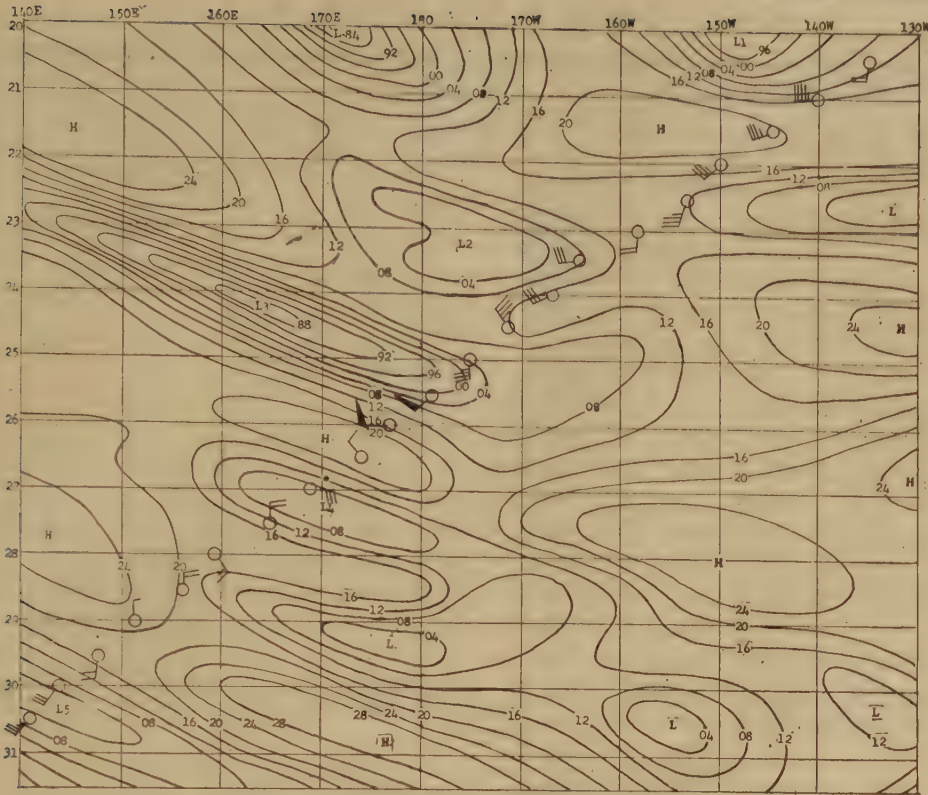
IV 暴風期間

- 1) 3月20日10時(船内時) ~ 22日6時(船内時) 44時間
- 2) 3月23日17時~24日1時 8時間
- 3) 3月24日11時~26日15時 28時間
- 4) 3月27日12時~27日20時 8時間
- 5) 3月30日12時~30日20時 8時間

之等暴風に遭遇した山君丸の航路にあたる気圧配置を知る為に北緯40度線における毎日00 Z 時及び12 Z 時の各経度における気圧のイソプレットを作り、その時間に相対する山君丸の位置を入れたのが第2図である。山君丸は 40° N 線を走つたわけではないが、 40° N 線の気圧で気圧配置を代表させるのが此の場合妥当と考えられるので 40° N の値を用いた。



第1図 山君丸及び姫路丸の航海図



第 2 図 北緯40度線の気圧イソプレット及び山君丸の航跡

V 暴風時の気象概況 (第1表参照)

- 1) はアラスカ湾の低気圧985mbとその南方30°N上の高気圧1028mbとの気圧傾度大なる海域を航海して観測したものでNW後SWの暴風を受けた。
- 2) は50°N線を通過した低気圧980mbの南方を航海して観測したものの。
- 3) 上記低気圧に引続き接近した低気圧980mbの南方を通過しS~SW~W~NWと順転の暴風を観測した。
- 4) 上記低気圧から南西にのびるポーラーフロント上で発達した低気圧998mbの北方を航海して観測したNEの暴風。
- 5) 日本海を通過した低気圧1002mbの暖域で観測したSWの暴風。

以上の様に五個の低気圧が山君丸の復航に際し影響したが之は第2図からも察知出来る。低

気圧の真中に入つた事はなかつたが、低気圧の影響で夫々観測したものである。

3月の北米航路において暴風を観測する気象状況としては、イ) 黄海或は揚子江流域から東進し日本海或は太平洋側で発達する温帯低気圧によるもの。ロ) 前記低気圧がアリユーション海域で最盛期となる迄の過程におけるもの。ハ) 同上低気圧のポーラーフロント上に発生する低気圧群(低気圧家族)によるもの。ニ) 西経においてはアラスカ湾や北米西岸で停滞する低気圧及びその前線によるもの。ホ) 低気圧と高気圧の気圧傾度急峻なる海域におけるもの。等が3月の北米航路における気象の航海に及ぼす影響の大きな要素であるが、山君丸は之等の要素の殆んどを観測した例で北太平洋航路の気象変化の激しさを物語る好例であつた。

第1表 山君丸の気象観測資料

3月	船舶位置		天	風		気圧	風浪		うねり		気温	備考
	緯度	経度		向	級		向	級	向	級		
20	12 ^Z											
21	00	38-10 ^N	140-10 ^W	O	SSW	5	1018.5 ^{mb}	3				
	12			C	W	8	1021.0	8				
	12			O	WSW	8	1018.5	8				
22	00	40-20	149-00	C	SW	8	1015.0	8	W	6		
	12	41-30	153-00	C	SSW	8	1015.0	8	W	6		
23	00	42-20	157-20	O	SSW	5	1011.7	6	SW	5		
	06			O	SE	5	1001.0	5	W	5		
	12	43-30	164-30	O	W	7	1000.7	7				
	18			bc	W	4	999.0	4	W	2		
24	00	43-40	167-00	C	SW	7	994.0	7	SW	5		
	06			O	W	8	990.5	8	W	5		
	12	43-40	171-10	C	NW	8	1006.5	8	NW	5		
	18			O	SSW	6	1011.5	5	NW	5		
25	00	43-29	176-00	O	S	9	994.5	8	WNW	5		
	06			O	SW	9	990.0	9	S	6		
	12	43-00	180-00	C	WSW	10	994.5	9	SSW	6		
	18			O	W	10	994.5	9	WSW	6		
26	00	42-44 ^E	175-50	O	W	10	1011.0	9	W	5		
	06			C	NNW	7	1019.5	7	NW	6		
	12	41-40	174-00	O	NNW	3	1021.0	3	NW	2		
	18			d	ESE	2	1016.5	2	NW	4		
27	00	41-30	169-20	d	E	7	1005.5	8	E	5		
	06			d	NNE	9	1008.5	8	NW	6		
	12	40-10	164-40	O	N	5	1016.5	3	NW	2		
	18			C	NE	3	1019.0	3	ENE	2		
28	00	39-40	159-00	C	SE	4	1018.0	4				
	06			r	NNE	4	1016.2	4				
	12	38-40	155-30	O	N	5	1019.0	5	N	2		
	18			O	N	5	1022.5	5	N	2		
29	00	37-00	150-40	bc	N	2	1025.0	4				
	06			O	S	4	1022.5	5				
	12	37-00	147-00	O	SSW	5	1019.0	5				
	18			O	SW	5	1016.0	5	SW	2		
30	00	36-00	144-00	O	SW	7	1013.0	7	SW	6		
	06			O	SW	8	1007.5	8	SW	6		

姫路丸の場合

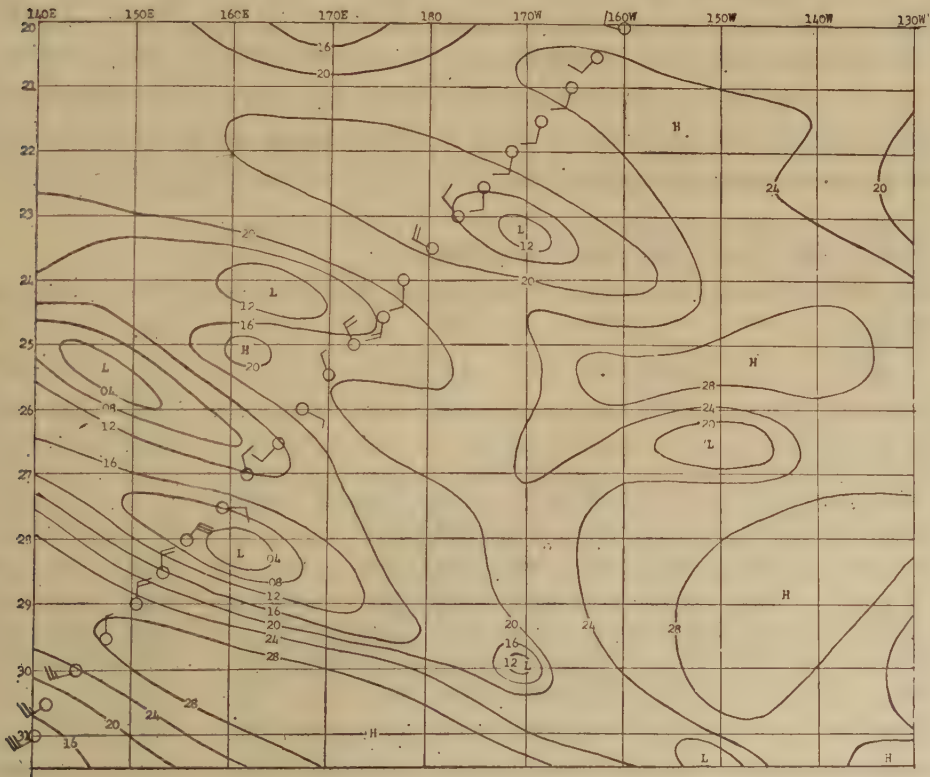
- I 航海期間 出港年月日 34. 3. 12
入港年月日 34. 3. 31
- II 航路 30°-00'N を最低緯とする。
(第1図)
自ポートランド 至横浜
- III 概況 山君丸の復航と期を同じくし

て姫路丸は12日ポートランドを出港南下し、20日12Z時32.5°N, 162.6°Wより32.5°N線のParallel sailingに入り、27日00Z時の30.0°N, 161.6°Eを最低緯とし復航したが、此の間の最低気圧1000.5mb (28日00Z)、最大風速SW. 32knot (30日18Z)で暴風階級に達する風には一度も遭遇する事なく経過した。第2表に姫路

第2表 姫路丸の気象観測資料

3月		船舶位置		天	風		気圧	風浪		うねり		気温	備	考
日	時	緯度	経度	気	向	級		向	級	向	級	温		
29	Z	N	E				mb							
	00	31.6	150.2	bc	NNE	10	1027.0	N	5	N	5	16		
	03	31.7	150.0	bc	N	07	1027.0	N	3	N	5	17		
	06	31.8	149.2	b	WSW	07	1026.0	N	2	N	3	18		
	09	31.9	148.4	bc	N	02	1026.8	N	1	N	2	15		
	12	32.0	147.5	b	N	03	1028.0	N	1	N	2	14		
	15	32.1	146.9	b	SW	03	1027.5	SW	1	N	1	15		
	18	32.2	146.2	b	SW	10	1025.0	SW	3	SW	2	15		
30	21	32.2	145.3	b	SSW	10	1025.0	SW	4	SW	3	15		
	03	32.5	144.1	bc	SW	25	1021.5	SW	6	SW	6	17	風浪 4~6m	うねり波高 4m以上
	06	32.5	143.3	C	SSW	25	1019.0	S	6	SW	6	18	" "	" "
	09	32.6	142.8	C	S	28	1016.0	S	7	SW	7	18	" 6~9m	" "
	12	32.6	142.4	C	SW	27	1016.0	SW	7	SW	7	19	" "	" "
	15	32.6	141.8	C	SSW	30	1013.5	S	7	S	7	19	" "	" "
	18	32.7	141.5	C	SW	32	1011.1	SW	7	SW	7	19	" "	" "
31	21	32.7	141.2	C	SW	32	1010.5	SW	7	SW	7	19	" "	" "
	00	32.7	140.7	C	W	18	1013.0	W	7	W	7	17	" "	" "

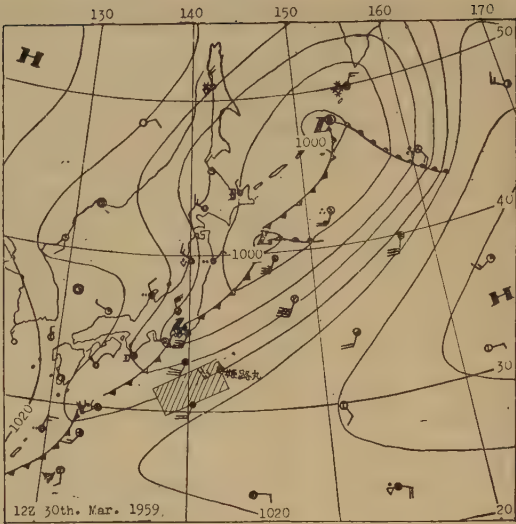
第3図 30°N線の気圧イソプレット及び姫路丸の航跡



丸の00 Z 及び12 Z 時の気象観測資料を示し第3図に 30° N 線の気圧イソプレットと姫路丸の航跡を示すが、第2図と較べて気圧傾度はゆるやかで、180度線と東経160度線の間的高低気圧の変化も弱く、全般に気圧の指度も高くなっている。42°~43° N線を航海した山君丸と対象的であるので参考に紹介した。何れが可否かという事は船の大きさ、船速、積荷、距離、日数、消費燃料等色々な事情で問題があるが、気象の航海に及ぼす影響から考えると南のコースが有利であると云える例である。

IV 波浪について 姫路丸が最大風速 SW. 32knot を観測した日本海通過低気圧 (第4図) について、Pierson, Neumann, James の方法※(第3表)で波高、週期、波長を求めてみよう。

第4図 3月30日12Z時の天気図



第3表 種々の風速に対する波統計

第3.1表 種々の風速に対し、充分に発達した風浪に発達する為に必要な最小吹走距離 (Fm) 及び最小吹続時間 (tm) : ここでVはノットで表した風速、Fmは浬、tmは時間。

V	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56
Fm	10	18	28	40	55	75	100	130	180	230	280	340	420	500	600	710	830	960	1100	1250	1420	1610	1800	2100
tm	2.4	3.8	5.2	6.6	8.3	10	12	14	17	20	23	27	30	34	38	42	47	52	57	63	69	75	81	88

第3.2表 種々の風速で充分に発達した風浪の波高特性

風速 (knots)	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
E (ft ²)	0.24	0.60	1.30	2.53	4.6	7.7	12.5	19.2	28.7	41.6	58.7	81.1
平均波高 (ft)	0.87	1.37	2.02	2.82	3.8	4.9	6.3	7.8	9.5	11.4	13.6	16.0
有義波高 (ft)	1.39	2.20	3.23	4.51	6.1	7.9	10.0	12.4	15.2	18.3	21.7	25.5
1/10 最大波高 (ft)	1.77	2.79	4.10	5.73	7.7	10.0	12.7	15.8	19.3	23.2	27.6	32.4

風速 (knots)	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56
E (ft ²)	110	14.6	19.1	24.7	316	399	498	616	755	919	1110	1331
平均波高 (ft)	18.6	21.4	24.5	27.9	31.5	35.4	39.5	44.0	48.7	53.7	59.0	64.6
有義波高 (ft)	29.7	34.2	39.2	44.5	50.3	56.5	63.2	70.3	77.8	85.8	94.3	103.0
1/10 最大波高 (ft)	37.7	43.5	49.8	56.6	64.0	71.9	80.3	89.3	98.9	109.0	120.0	131.0

第3.3表 種々の風速で充分に発達した風浪の平均週期及び平均波長

V (knots)	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
$\tilde{T}$ (sec)	2.85	3.42	3.99	4.56	5.13	5.70	6.27	6.84	7.42	7.88	8.55	9.12
$\tilde{L}$ (ft)	27.8	40.0	59.0	71.2	90.3	111	134	160	188	212	250	285
V (knots)	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56
$\tilde{T}$ (sec)	9.7	10.3	10.7	11.4	12.0	12.5	13.1	13.8	14.3	14.8	15.4	16.3
$\tilde{L}$ (ft)	322	363	392	444	492	534	590	650	700	750	810	910

之は第2表の観測資料にもとづき30日の平均風速 28knot として求めたものである。彼等の統計的方法によれば 28knot の風で風浪が十分発達した状態に達するには吹続時間20時間、吹走距離230海里を最低必要とする(第3.1表)が此の場合はそれらの条件を満足すると考えられる(第4図の斜線部)ので第3.2及び第3.3表を使い1) 平均波高=11.4ft≒3.5m, 有義波高=18.3ft≒5.6m, $\frac{1}{4}H_0$ 最大波高=23.2ft≒7.1m 2) 得平均週期=8秒, 平均波長=211 ft≒65m の値をた。之等の値は風浪に対する統計値であり、実際の海の波は風浪とうねりの重なりあつたものであるが、姫路丸の観測した波浪階級も此の程度の波であつた事を物語っている。

あとがき 以上は北米航路で 40° N 線を通つ

た山君丸と 30° N 線迄下つた姫路丸との気象観測報告にもとづく気象概況である。北米航路の復航には航路の選定に特別注意せねばならないが、気象の影響を考えると 50° N 線以北を通り低気圧中心より北側を通る様なコースを採り追風を受けるか、30° N 線迄南下して低気圧の影響の少いコースを選ぶ事が暴風や風浪、うねり等から船体を守る良策と考えられる。45° N ~ 35° N のコースが一番中途半端になるのではないかという考をもつものです。此の点につき船長航海士各位の経験から出た智識をお知らせ願いたいと思います。

終りに当り貴重な観測資料を戴きました山君丸(塚本保)、姫路丸船長(前島義三郎)、航海士各位に感謝の意を表する次第です。

(海上気象係 長尾真也)

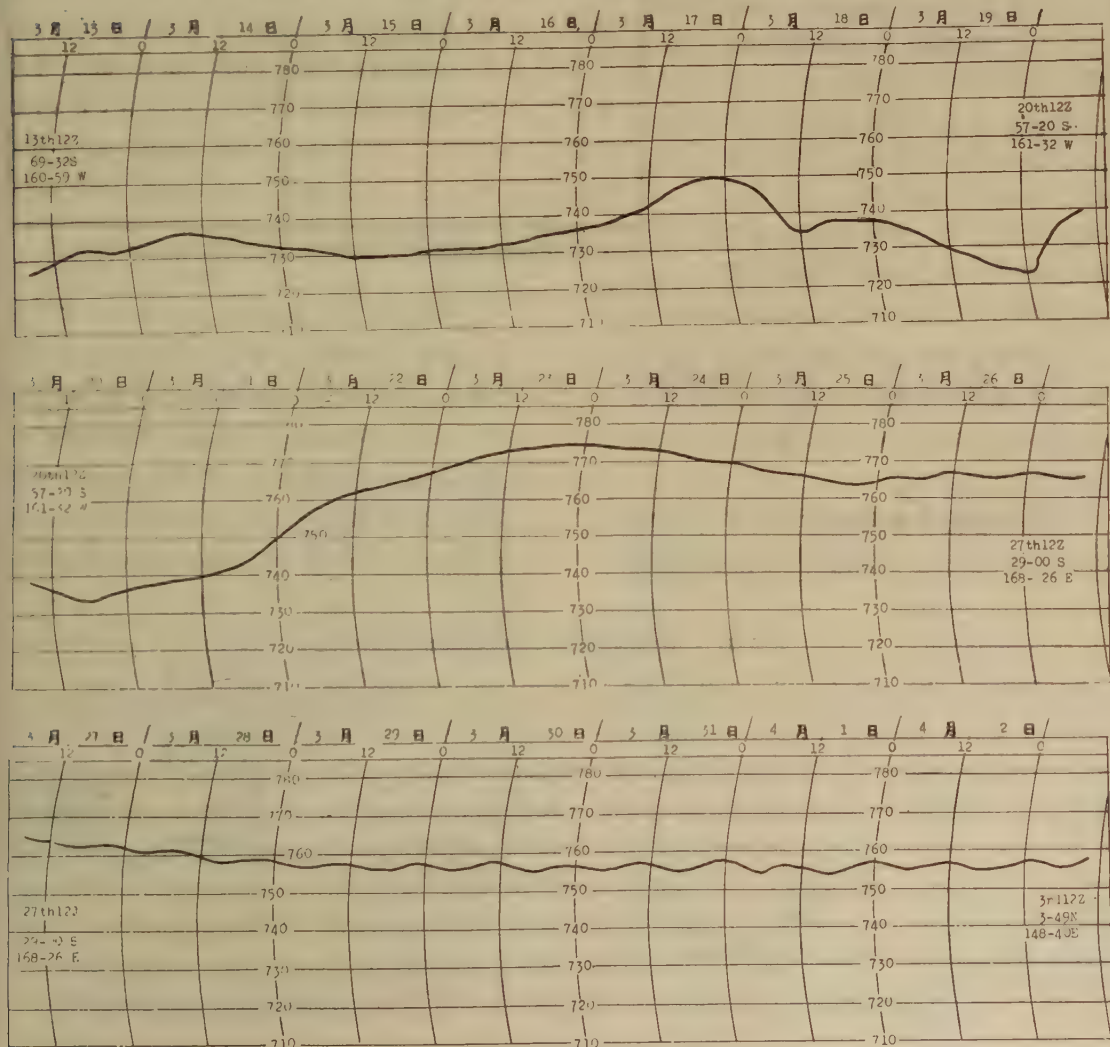
No.10~11

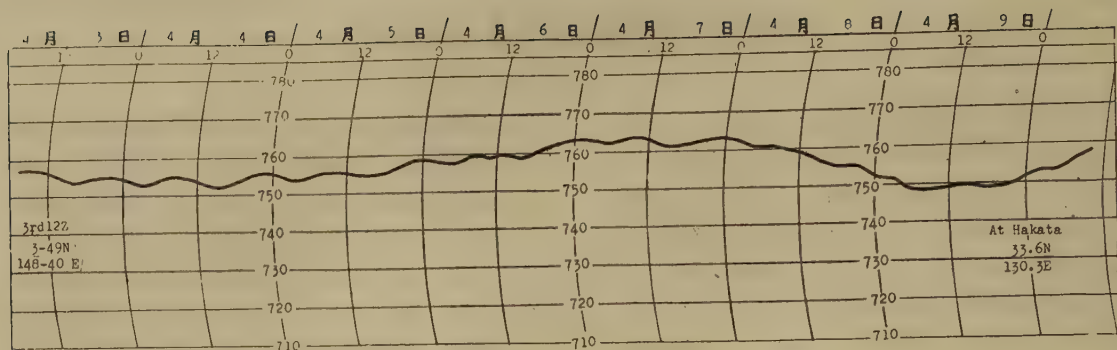
鹿島丸の自記気圧計記録より

日本水産 K. K. 所属の鹿島丸(7,163総吨、梶英雄船長)は昭和33年12月11日から昭和34年4月10日の間南水洋捕鯨に就航したが、その往復航の気象観測資料と共にロス海域(行動範囲=最南緯 $69^{\circ}-47'S$ 、経度 $151^{\circ}-00'W \sim 151^{\circ}-40'E$)の自記気圧計記録紙を送付されたのでその記録から関心のひかれるものを二、三紹介する。南水洋の気候、低気圧の概要については既に本誌第4巻8号に紹介されているから参照されたい。

1 気圧の日変化について 気圧の日変化は

高緯度程変化量が少くその平均日較差は高緯度で $0.3mb$ 、中緯度で $2mb$ 、赤道付近で $4mb$ 位の変化量をみせるのであるが、此の様子が鹿島丸の往復航の自記気圧記録によく現われている。第1図は復航の際の気圧自記記録で南緯の高緯度 ($69^{\circ}-32'S$ 、 $160^{\circ}-59'W$) から発し、中緯度、赤道を経て博多港に入る迄の気圧の変化を示すが、3月13日から23日に至る高緯度にある間は高低気圧の通過に伴う大きな気圧変化を示し、日変化というものは殆んど認め難い。23日 ($45^{\circ}S$ 、 $173^{\circ}W$) 以後は中緯度圏内とな

第1図 鹿島丸の気圧自記記録 $69^{\circ}-32'S$ 、 $160^{\circ}-59'W$ より博多港迄




り赤道通過、博多入港迄図に見られる様な規則的な日変化を示している。此の間の日変化量の最大は 4 mb であつた。此の現象は往航の際にも同様にはつきり現われていた。45° S 付近を界として赤道側で日変化が規則正しく認められるのであるが、之は 45° S 以南になると高緯度で日較差が小さいと云う自然法則に加えて高低気圧の変化が激しくその変化に影響されて明瞭に現われない事が多い為である。之に反し中緯度や低緯度で、規則正しい日変化が認められるのはその地点が台風や低

気圧、前線などの擾乱域に入っていないと考えてよく天気を予想するのに大切である。特に熱帯地方で台風の早期発見する為には日変化による気圧変化量を加減する必要がある。その日変化量を第 1 表に示す。

II 鹿島丸遭遇の最低気圧について 上記の気圧日変化に影響する高低気圧の通過に関連

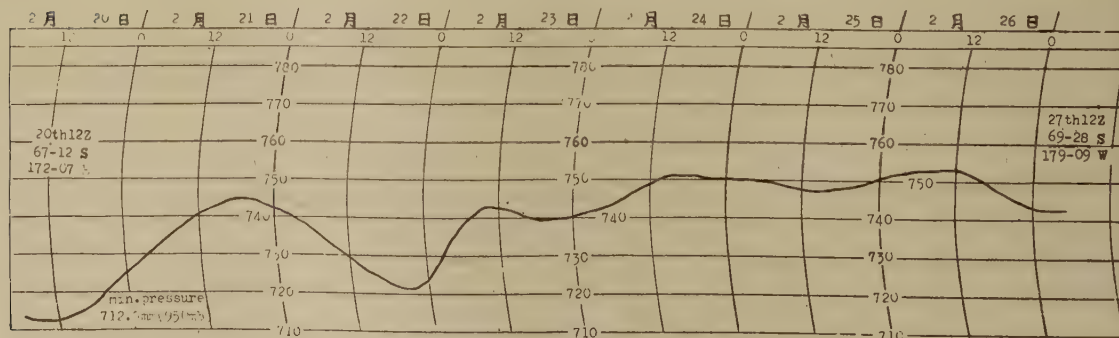
第 1 表 熱帯圏内の海上で加算されるべき気圧日変化量

地方時	北 半 球				南 半 球			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
04 00	+0.8	+0.7	+0.8	+0.3	+0.6	+0.7	+0.7	+0.5
08 00	-1.1	-0.9	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	-0.8	-0.9
12 00	-0.9	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
16 00	+1.3	+1.2	+1.3	+1.4	+1.4	+1.3	+1.1	+1.2
20 00	+0.1	+0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.2
24 00	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5

(上の数値を観測値に代数的に加えると修正値が得られる)

し、高緯度地方の気圧変化の烈しい一例として、鹿島丸の遭遇した最低気圧の記録を第 2 図に示す。第 2 図は鹿島丸操業中出逢つた最低気圧 2 月 20 日の 950mb (712.5mm) で地点は 67° S 172° E 付近の海域である。W. Schmitによれば (海の気象 4 巻 8 号、南氷洋の低気圧) ロス海域 (120° W ~ 120° E) を通過する 950mb 以下の

第 2 図 鹿島丸の記録した最低気圧の状況



低気圧は第2表の如く夏期に多いが、それでも1年に1回あるなしといった状況である。又ロス海域は南氷洋における他の海域より発達した低気圧の通過が少い海域である事が第2表から解るがたまたま鹿島丸は操業中此の発達した低気圧にぶつかった事になる。

Ⅲ 気圧変化の状況
低気圧深化の様子を見ると低気圧の出現前24時間の気圧降下は20mbを示した。最低気圧

通過後、気圧は急激に上昇し、21日に最高を記録する迄の32時間に43mb上昇した。第2図に此の模様を示す。

以上で関心のもたれた記録の報告を終える。
資料の少い海域の貴重な観測資料を送付された

第2表 南氷洋の季別・区域別・低気圧通過表

季 節	区 域 及 び 期 間			計
	"Falklands" 90°W 30°W (1901 04 1946-55)	"Whaling Grounds" 30°W 95°E (1946-55)	"Ross Sea" 120°E-120°W (1912, 1946-55)	
夏(12月-2月)	4	27	7	38
秋(3月-5月)	11	7	2	20
冬(6月-8月)	18	2	4	24
春(9月-11月)	5	5	3	13
計	38	41	16	95

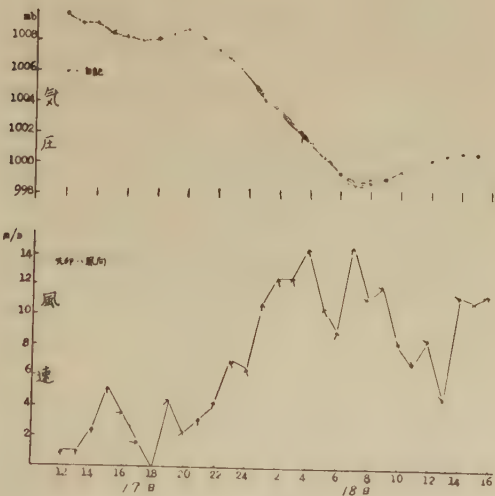
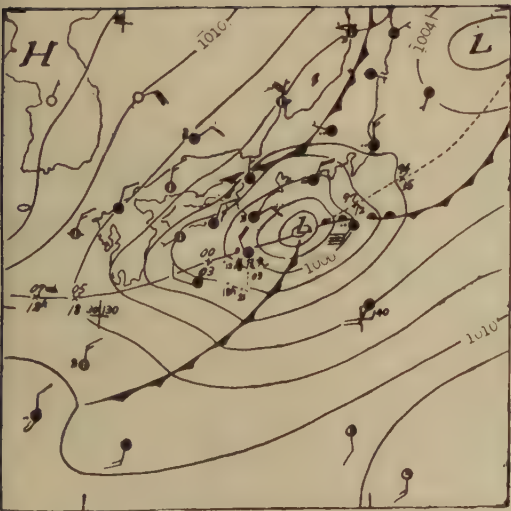
鹿島丸船長始め観測担当者各位に感謝の意を表します。
(海上気象係)

参考書：柴田淑次 海上気象と天気図
熊沢源右衛門 天気図と気象
海の気象(4巻8号) 南氷洋の気候、低気圧

春風丸が土佐沖で遭遇した低気圧について

(昭和34年5月17-18日)

神戸海洋气象台 西 野 新 造
小 林 弘



第1図 昭和34年5月18日9時

第2図 春風丸の観測

1 は し が き

神戸海洋気象台所属の春風丸で本州南海沖の定期海洋観測を昭和34年5月7日—28日に亘つて実施したが、この観測で5月16日からの紀伊水道沖の線で17日夜半から18日朝にかけて低気圧に遭遇した。この時の低気圧及び観測結果について簡単に述べてみる。

2 5月17日～18日の低気圧

16日朝西日本を低気圧が通つた後黄海方面の移動性高気圧が東に進むと共に天気は恢復して来た。午後にこの移動性高気圧の後面の華南方面に1006～1010mbの低気圧が発生して東に40k/hで進んでいる模様であつた。春風丸は16日夕刻当時の天気図から大体2昼夜位い天気は大丈夫と判断して高知を出港し、室戸岬東方の東経134度40分の観測線に向つた。海上は西寄の風が10m/s程度吹いており、風波もかなり高かつた。17日朝には朝鮮海峡の移動性高気圧は西日本に張出し、前線は沖合に南下したので海上は次第に穏かとなつて来た。観測は予定通り順調に進み、正午前に予定した最南端(32°N, 134°40'E)の観測を終へたが、黒潮の主流に遭遇しなかつた(この5月の観測結果では黒潮の主流は四国、紀伊半島沖を例年になく100浬以上も沖合を流れていた。)ので南下続けた。南下する事によつて航程約18浬、各層観測1点(機関を停止する)追加で予定より約3時間延びる事になるが、天気の方は華南の低気圧の移動が明確でないので、この低気圧に明日遭遇しても船は135度40分の経度線を北上しているので大時化の場合は避航も考えられ、まあまあ大丈夫と判断した。16時の気象通報(12時の実況)で

は華南の低気圧は九州の南西30°30'N, 127°30'E, 1007mbと29°N, 123°Eにあり、共に東北東に40～50k/hで進んでいる事が分つた。22時の気象通報(18時)では低気圧は屋久島西方約130浬の所で東南東に40k/hで進んでおり、予想よりかなり東に偏つている事を知つた。

この頃春風丸は135度40分の最南端(31°N)の地点にいたが低気圧より大体450浬離れており、低気圧の現進行速度から推すに10時間後の翌18日7時～8時頃に中心附近に遭遇する事が明確となつた。然し本船は当時の気圧配置からみてこの低気圧の発達も土佐沖に達するまでに顕著な発達は見えないものと判断して、多少の不安もあつたが観測の都合上警戒しながら観測を続けることにした。気圧も次第に下降始め風も夜半過ぎから南寄の風が10m/s以上となつた。18日朝には低気圧の接近で気圧は1000mb以下となり愈々中心近くであると感ぜられた。風は5～6時に一時10m/s以下に弱まつたが6時過から再び10～14m/sの強風に達した。7時過に風はSWからNWに変わり、低気圧は船の北側を通過した。低気圧が遠去るに従つて風勢は幾分衰えたが、14時過から再び西寄の強風10～13m/s程度になつた、この強風は低気圧によるものでなく、本州南岸沿いに南西に伸びていた寒冷前線の通過によるものである。(第1図、第2図参照)

3 む す び

以上は土佐沖の低気圧の中心に入つた一例で、今回は定常な低気圧であつた為め前日来予想していたとおり、風も15m/s以下で無事に観測出来た事は幸いであつた。(西野記)

海上気象観測結果 (1959年5月)

日	時刻	位置		気圧 mb h-1000	気温 °C	露点 °C	風向	風速 m/s	全雲量	空の状態			視程	風		浪		うねり		表面 水温	天気
		北緯	東経							C _L	C _M	C _H		方向	階級	方向	階級	方向	階級		
10	09	32° 41'	133° 10'	20.2	18.8	14.7	ESE	8.0	10	8	5	0	8	E	3	E	1	E	1	20.2	⊙
	12	32 30	133 16	21.0	20.0	15.6	E	10.0	5	1	3	0	8	E	1	E	2	E	2	20.5	⊙
	15	32 12	133 24	20.6	20.1	16.1	ENE	10.0	1	1	0	0	8	E	3	E	3	E	3	19.8	⊙
	18	31 55	133 32	20.9	20.0	16.3	ENE	9.0	2	1	0	0	8	E	3	E	3	E	3	20.8	⊙
	21	31 37	133 42	21.8	20.0	16.6	ENE	6.5	8	5	x	x	8	E	3	E	3	E	3	20.9	●
11	06	31 06	133 28	21.0	22.3	16.6	ENE	9.0	8	4	0	4	8	E	3	E	3	E	3	21.7	⊙
	09	31 11	133 09	21.7	21.5	15.8	ESE	8.0	6	8	3	4	8	ESE	3	ESE	3	ESE	3	21.9	⊙
	12	31 14	132 53	21.6	21.9	15.5	ESE	9.0	8	1	5	0	8	ESE	3	ESE	3	ESE	3	22.6	⊙
	15	31 20	132 30	19.9	21.2	17.1	ESE	6.0	9	1	5	0	9	ESE	3	ESE	3	ESE	3	23.1	⊙
	18	31 24	132 07	19.7	21.4	19.0	SE	9.0	10	1	5	x	8	ESE	3	ESE	2	ESE	2	21.7	⊙
	21	31 28	131 41	19.4	21.4	16.1	SE	9.0	10	1	5	x	8	ESE	3	ESE	2	ESE	2	20.7	⊙
13	12	31 42	131 54	13.6	20.1	8.2	NNE	5.0	5	0	0	2	7	NE	1	SE	1	SE	1	20.4	⊙
	15	31 48	132 16	12.5	20.8	10.3	NNE	5.0	10	1	0	7	8	NNE	1	NNE	1	NNE	1	20.7	⊙
	18	31 56	132 43	11.5	20.6	11.1	NNW	11.0	10	0	3	7	8	N	3	N	1	N	1	20.4	⊙
	21	32 00	133 00	12.0	21.0	11.9	NNW	9.0	10	0	0	7	7	N	2	N	2	N	2	20.3	⊙
14	06	32 31	132 17	13.3	18.9	12.4	NW	8.0	8	0	3	7	7	NE	1	—	0	0	0	20.6	⊙
	09	32 34	132 44	14.2	20.3	11.6	NNW	5.0	8	0	3	0	8	NNW	1	—	0	0	0	20.1	⊙
	12	32 41	133 15	13.7	21.6	13.5	N	2.8	10	0	3	7	7	—	0	—	0	0	0	21.8	⊙
	15	33 10	133 25	12.9	21.3	14.9	SSE	7.4	10	1	0	8	8	E	1	E	1	E	1	19.9	⊙
16	18	33 29	133 40	05.2	22.6	15.7	NSW	7.6	6	1	3	1	8	W	2	SW	1	SW	1	22.4	⊙
	21	33 15	134 09	06.8	20.7	17.7	W	11.5	3	0	0	1	8	SW	2	SE	2	SE	2	20.2	⊙
17	06	32 40	134 30	08.5	20.0	15.9	ESE	5.5	1	1	3	0	8	E	2	E	2	E	2	20.2	⊙
	09	32 11	134 30	09.8	21.1	16.5	W	2.5	10	1	0	6	8	WSW	1	WSW	1	WSW	1	20.5	⊙
	12	32 00	134 30	09.8	21.0	16.0	W	1.0	8	1	3	0	8	SW	1	SW	1	SW	1	21.0	⊙
	15	31 28	134 30	08.5	21.8	16.8	S	5.2	10	4	1	0	8	SW	1	SW	1	SW	1	22.8	⊙
	18	31 16	134 43	08.1	20.6	18.5	Calm	0	10	0	2	x	6	SW	1	SW	1	SW	1	23.0	⊙
	21	31 06	135 20	08.2	21.2	20.4	SE	3.2	10	4	2	x	7	SW	1	SW	1	SW	1	23.4	●
18	06	32 00	135 40	999.5	22.8	21.7	SSW	10.0	10	7	2	x	8	SW	2	SW	3	SW	3	20.6	●
	09	32 20	135 40	999.1	20.1	18.6	NW	11.0	10	7	2	x	7	NW	3	SW	2	SW	2	20.5	⊙
	12	32 40	135 40	00.4	19.9	16.4	WNW	10.0	10	7	2	x	7	N	4	S	3	S	3	20.3	●
	15	33 00	135 40	00.8	20.0	14.4	WSW	12.0	10	7	2	x	6	SW	4	SW	3	SW	3	20.5	⊙
	18	33 20	135 40	02.6	21.3	11.5	NW	6.5	2	1	3	0	7	NNW	3	SE	1	SE	1	20.8	⊙
19	12	33 06	136 07	09.2	20.8	14.5	WSW	11.0	1	1	0	0	8	WNW	4	—	0	—	0	22.3	⊙
	15	32 47	136 20	08.7	20.7	14.9	WNW	14.0	1	1	0	0	8	NW	4	NW	3	NW	3	22.4	⊙
	18	32 30	136 40	09.1	20.5	12.3	NW	8.7	1	1	0	0	8	NNW	4	NNW	3	NNW	3	21.4	⊙
20	09	34 00	136 40	13.3	19.3	10.6	NNW	10.0	0	0	0	0	8	NNW	4	—	0	—	0	20.7	⊙
24	15	34 05	136 40	10.2	21.4	18.1	NW	3.2	8	1	3	0	9	WSW	1	ESE	1	ESE	1	21.0	⊙
	18	34 15	137 16	09.2	21.2	18.5	NW	9.0	5	0	2	0	8	NNW	2	ESE	2	ESE	2	23.4	⊙
	21	34 10	137 40	09.9	22.9	18.6	NW	4.0	10	0	2	x	8	NW	2	ESE	1	ESE	1	23.0	⊙
25	06	33 08	137 40	10.9	22.8	19.6	W	4.7	9	1	4	0	8	NW	1	E	1	E	1	21.6	⊙
	09	32 44	137 40	11.7	24.3	19.7	NW	3.5	1	1	5	0	9	WNW	1	NE	1	NE	1	21.7	⊙
	12	32 30	137 40	11.4	22.8	19.4	W	4.0	1	1	0	0	6	NW	1	ESE	1	ESE	1	22.1	⊙
	15	32 04	137 40	10.6	23.1	19.3	W	5.5	4	0	0	5	8	NW	3	NE	1	NE	1	22.0	⊙
	18	31 46	137 40	10.4	22.8	19.4	W	3.5	1	0	0	1	8	NW	1	NE	1	NE	1	21.8	⊙
	21	31 24	137 40	11.3	22.6	20.0	WSW	3.5	0	0	0	0	8	WNW	1	—	0	—	0	21.8	⊙
26	06	31 50	136 36	10.7	22.3	17.8	WNW	6.5	1	1	0	0	9	WNW	1	—	0	—	0	23.9	⊙
	09	32 00	136 12	11.5	21.2	19.6	NNW	3.2	0	0	0	0	9	NNW	2	NE	1	NE	1	21.0	⊙
	12	32 11	135 45	11.1	22.8	16.7	Calm	0	1	2	0	5	8	NW	2	NNE	1	NNE	1	23.0	⊙
	15	32 22	135 20	10.1	23.3	16.9	S	3.6	8	1	0	6	7	—	0	NE	1	NE	1	24.9	⊙
	18	32 25	135 00	09.9	22.5	12.7	Calm	0	8	0	0	9	7	—	0	NE	1	NE	1	22.8	⊙
	21	32 50	135 00	10.7	22.4	15.9	Calm	0	10	0	3	x	7	—	0	NE	1	NE	1	20.7	⊙

No.12~14

台風5905号に遭遇した万世丸について

神戸海洋気象台海上気象課

§1. は し が き

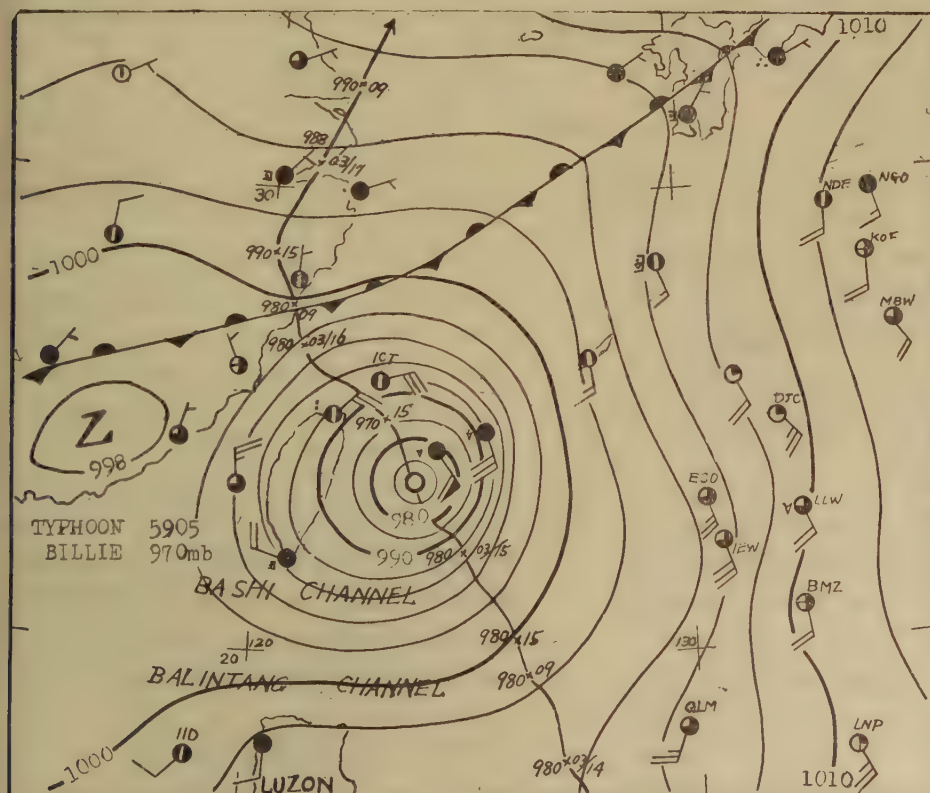
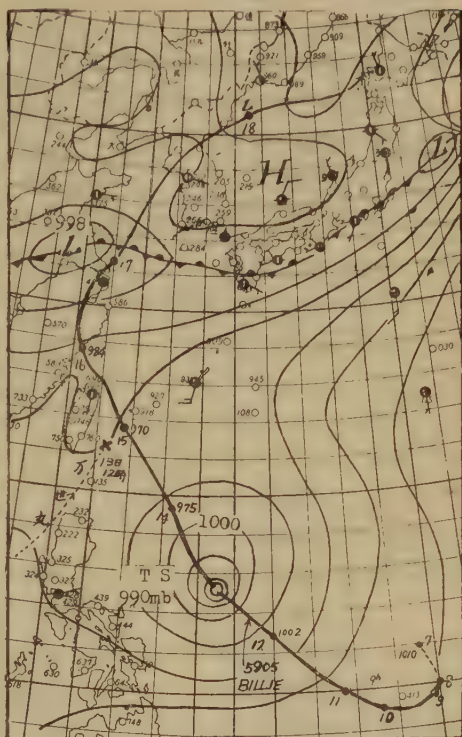
7月15日に台風5905号が琉球諸島石垣島と与那国島との間を中心が通過した際、当時石垣島泊地に避難していた、日下部汽船貨物船万世丸(3692総トン)が暴風のため錨鎖を切断され湾内を漂流坐礁した。ところが幸にも全乗組員には異常なく、船体の損傷も軽微であったので23日に離礁し、27日午後無事に神戸に帰港した。29日訪船した時広川一航よりお聞きした当時の状況の説明と台風5905号について参考までに報告します。

§2. 台 風 概 要

7日朝にカロリン群島北部に発生した弱い熱帯低気圧(9時の中心示度1010mb)は次第に発達していたが、10日からゆつくりW~WNWに進み出した。12日12時の飛行機観測の結果中心の気圧は997mb、中心附近の最大風速は20m/sに達したので台風5905号ビルー(Billie)になった。その後発達と同時に速度も20~30軒/時に加速し、NW進した。15日昼頃には与那国島の東辺を通過し、この頃が台風の最盛期で中心示度970mb、最大風速40m/s、25m/s以上の暴風半径180軒に及んで

第1図

昭和34年7月13日9時の天気図



第2図 昭和34年7月15日9時の天気図

いた。台風は台北の北方をNW~NNWに進み、16日朝には華南に上陸、上陸後勢力はやや衰弱し進路をN~NNEに変へ黄海を経て朝鮮北部で普通の低気圧となり、20日朝に北海道西岸で消滅した。(第1図参照)

なお与那国島での報告によると15日12時35分に最低気圧と思われる968,8mbを観測している。

石垣島での記録は下記のとおりである。

最低気圧

15日08時34分 972.9mb、

最大風速

15日08時40分 S E 32.8m/s

最大瞬間風速

15日08時34分 S E 42.7m/s

§ 3. 万世丸の行動

(文中の時刻は船内時使用)

万世丸は印度マドラスから鉾石を積み、シンガポールを7月5日に出港して日本に向け帰航中、本船が13日正午(22°32'N、122°32'E)台東の東方約150杆辺に達した頃、台風は万世丸の南東1000杆余の海上をNWに15ノットで進んでいた。船長は台風がバシー海峡東部に達する頃からN→NNE位に転向する事も予想され、又本船はこのまま続航しても船速が遅いのと積荷の都合や琉球諸島には良好な避難港が少ない事等から時機的に早い石垣島で避難する事にした。石垣島泊地に14日7時30分に投錨した。14日夜半頃から東寄りの風が強くなり、気圧の下降も次第に急になって来た。15日3時頃には風力10に達し、機関も適宜始動していたが、同38分に左舷の錨鎖が切断した。錨かきが悪いので船体が風下に圧流され出した。8時頃には台風の至近で気圧は975mbの最低を測定、風力は14位でステ(支索)がチュン、チュンと唸っていた。第2、3図参照)又時には70m/s位の突風があつた。海上は雨と波の飛沫で視界が悪く1浬以下であり、レーダーの始動は暴風のため操作出来ず船位の確認が困難であつた。波の高さは3m位であつたがうねりは全くなかつた。

21時00分遂に竹富島北東沖の岩礁に坐礁したので“SOS”を発した。船体は大きく右舷に傾斜したため、左舷の救命艇(動力付)が降せないで、止むなく右舷の救命艇を降す事にし



第3図 万世丸漂流図

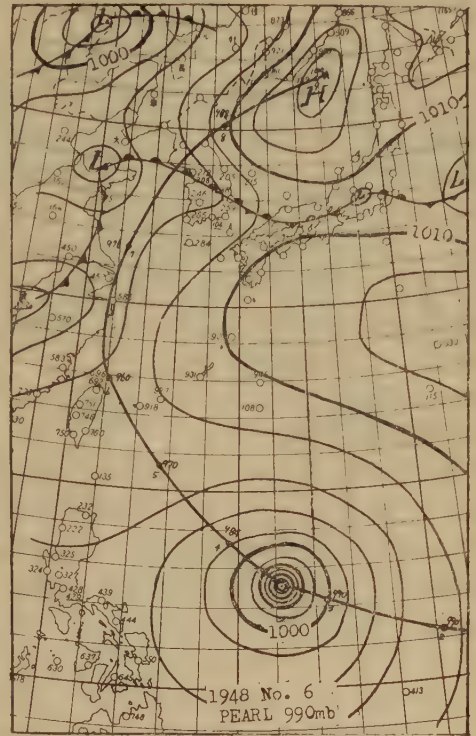
た。丁度この時同泊地で避難していた、沖縄本部町の漁船第1日進丸(50トン)＝船長崎浜秀二氏＝が寄つて来たので救命艇を降さず救助を依頼し、ナワ梯子をつたつて全員漁船に移った。暗夜で附近に岩礁が多いため、上陸出来ず現場で万世丸を監視して夜を明した。万世丸は全員離船後離礁して漂流し、16日05時に同垣島名倉湾北部で発見された。乗組員は9時に沖縄から救助に来た。米国工作艦“THOMASTON”号に再び移乗した。11時30分から坐礁した万世丸の船体の異常有無について検査を始めた。17日14時に米国海難救助船“BOLSTER”号が現場へ応援に来た。

なお、万世丸での気象記録は次のとおりである。

月日時	気圧	気温	風向	風力	天気	視程	風浪
(船内時)	mb	°C					
7 14 8	998.5	29	ESE	2	q	8	
12	997.5	30	ESE	2	bc		
13	997		NE	2	bc		
14	997		NE	2	bc		
15	996.5		NE	3	bc		
16	995.5	30	NNE	4	bc		
17	995.5		NNE	4	c	6	
18	995.0		NNE	4	o	6	
19	995.0		NNE	5	o	6	
20	995.0	27	NNE	5	o	6	3
21	995.0		NE	5	o		
22	994.0		ENE	6	r		
23	993.5		ENE	7	r		
24	991.5	28	E	7	r		4
15 1	990		E/S	8	r		
2	988		E	8	r		
3	987		E/S	10	r		
4	985	28	ESE	10	r		
5	983		ESE	10	r		
6	981		ESE	12	r		
7	976		ESE	12	r		
8	975	25	SSE	14	r		
9	982		SSE	13	r		
10	981		SSE	13	r		
11	983		SSE	12	r		
12	983	24	SSE	12	r		
13	984		SSE	12	r		
14	988.5		S	10	r		
15	990		S	10	r		
16	991	24	S	9	r		
17	993		S	7	o		
18	994		S	7	o		
19	994.5	24	S	7	o		

§4. む す び

万世丸が台風の転向を考慮して避難を決めた頃、気象庁でも北緯20度辺からNに転向する可



第4図 昭和23年7月3日15時の天気図

能性が大いといっていたが、結果からでは案外太平洋高気圧の張出が強く7月台風として正常なコースを辿っている。又偶然にも第4図は昭和23年の台風パールで発生地域こそ違うが、極めてコースが似ており、又地上の気圧配置も似ているので参考までに示す。(西野新造調査)

新役員就任 告示

先般、当学会の会則により役員改選を行いました処、次のとおりB会員(海の気象関係)代表の理事及び監事が決定しましたので告示します。

理事 関東、中部地区(定員2名)

宮原 勇(日本郵船)

松垣 愿(山下汽船)

近畿、中国、四国地区(定員3名)

坪川五郎(大阪商船)

伊井謙三(川崎汽船)

渋谷次吉(第五管区海上保安本部)

監事 藤森俊夫

(以上敬称略)

なお、11月20日の理事会で理事長には柴田淑次氏が再選され、常任理事(編輯担当)には渋谷次吉氏が選ばれました。(事務局)

瀬戸内海便乗観測結果報告

海上気象課 矢 吹 文 太 郎

長 尾 真 也

以前、内海、高知両航路に便乗して海上気象観測を実施していたが、本年度内海航路の便乗観測を再開し、内海調査及び航路予報調査の資料とすることになった。その第1回として6月11日、春風丸が長崎へ回航される時に乗船、17点で観測し、復航は関西汽船別府航路あけぼの丸（船長佐々木由夫）に便乗し14点の観測を実施した。この結果を報告する。

以前に実施した観測点をも考慮して第1図の如く観測地点を選定した。

先ず往航時であるが、本州南岸に沿って発達しつつ北東進した低気圧が11日3時には熊野灘に存在し、神戸出発の16時には未だ可成りの風が吹いていた（第2図）。18時過ぎに明石海峡を通過して播磨灘に入つたが10m/s以上の風があり、波浪は0.6~0.8m程度の波高を観測した。この風と波は備讃瀬戸から燧灘にかけて続いた。来島海峡を通過後は風速も5~6m程度になつた。伊予灘、周防灘では尚0.5m程度の波浪が残っていた（第3図）。この風と波の問題について若干調査した。

波浪は風の吹送距離と吹続時間とによつて定まるものであるが、内海のように大小様々の島が点在し、海岸線も極めて複雑である所では全体を一様に考えることは出来ない。今回の資料を基にして各海域に分けて簡単に調査してみた。

播 磨 灘

本州南方を北東進した低気圧の発達で、播磨灘ではWNWの風が10m/s以上、10時間余り吹続したと思われる（第2図）。吹送距離は30浬程度であるが、Neumannによれば20ノットの時の最高有義波高は2.4mである。この波高に達するには75浬の吹送距離で10時間の吹続時間が必要とする。30浬の吹送距離では1.3mの有義波高となり、ほぼ7時間でこの状態に達する。観測資料は航路浮標の位置で得たものであるか

ら、吹送距離も一様に30浬ではなく、場所により異なるが平均して20浬程度と考えられる。すると理論的には1.0m程度の波高となるが、実測では0.6~0.8mであつた。したがつて播磨灘中央部ではWNWの10m/s程度の風が6時間前後吹続すると大体0.8~1.0mの波が立つものと予想される。

備 讃 瀬 戸

備讃瀬戸でも10m/s程度のWNW~Wからの風が吹続したので理論的には吹送距離を20浬として1.0m近い波が立つ筈である。しかしこの海域には島が多く点在している為計算値より小さく、実際の観測値は0.5~0.7m程度であつた。

燧 灘

燧灘に入ると風もWに変わり8~9m/s程度になり、東部では0.5m程度の波を観測したが、西部程波高は小さくなつた。これは航路が北部であつたこと、また西部には島が密集している為と思はれ、これらによつて吹送距離が異なり、波高に影響している。南部海域では0.5~0.8m程度の波高であつたと推定される。

来島海峡通過の際には強流時であつたので、潮波を観測した（写真参照）。水道東部では風が収斂するためかW~WNWの9.0m/sであつたが波高は0.3m程度であつた。西部ではW~WSWの5~6m/sであつたが波高は0.5mであつた。この波高の相違は潮流の速度にも関係していると思われるので今後の観測調査に期待したい。

周 防 灘

来島海峡を通過して後、風もおさまり5~6m/sの西寄りになつたが、なお0.5mの波高を観測した。これは波が次第におさまりつつあるものであるが、長い吹送距離（約60浬）を5~6m/sの風が吹き続けているので、急速に静穏状態になることが出来ないものと思われる。5

内海を東から西に航行中、次第に風もおさまつてきたので西部程波高が低いのは当然であるが、名残とも云うべき波が容易に静まらないものであることが想像される。2~3 m/sの風が吹いている時にはなお0.3m程度の波が何時までも残るようである。

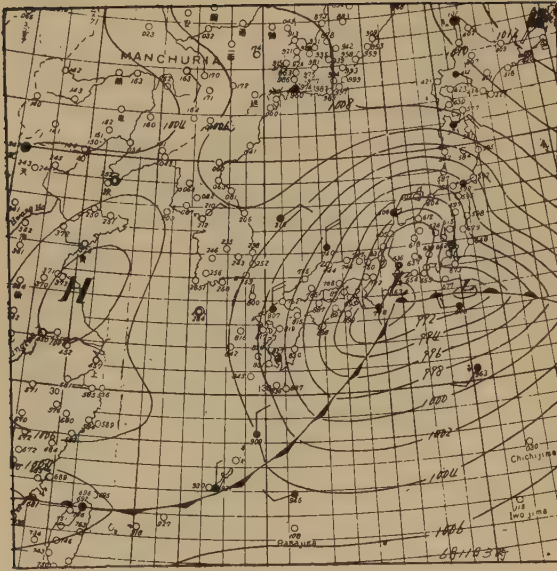
このほか、復航時には備讃瀬戸の海霧に遭遇した。これについても航海士から聞かされては

今回の便乗観測によつて内海の特異性を示すような種々の現象に遭遇してきたが、これらは今後の観測、調査により解明していきたい。

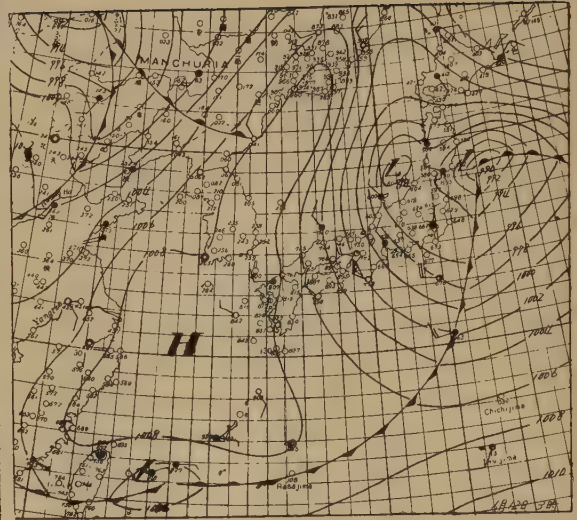
また、今回の観測にあたり種々御便宜を頂いた関西汽船株式会社及びあけぼの丸乗組員御一同の御厚意に厚く御礼申し上げます。



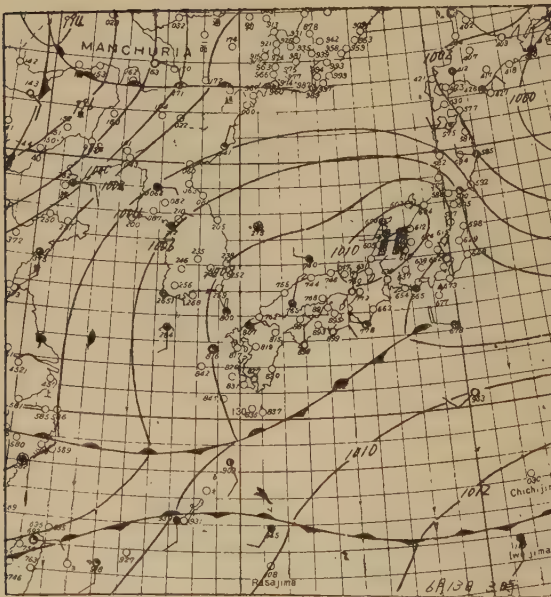
第1図 観測点を示す図



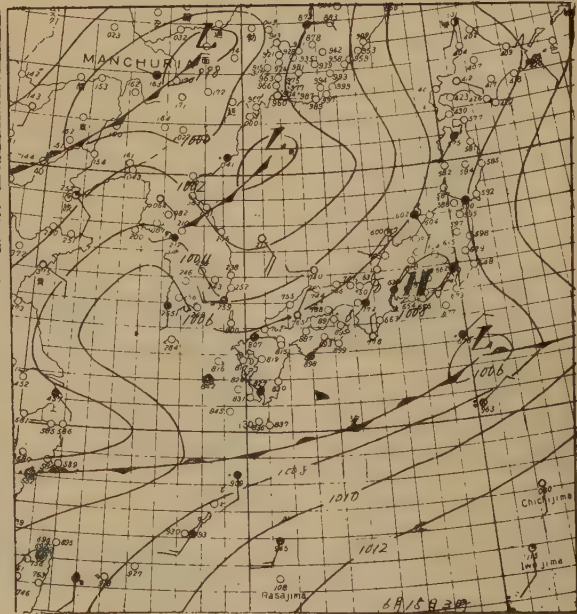
第 2 図 昭和34年 6月11日 3時



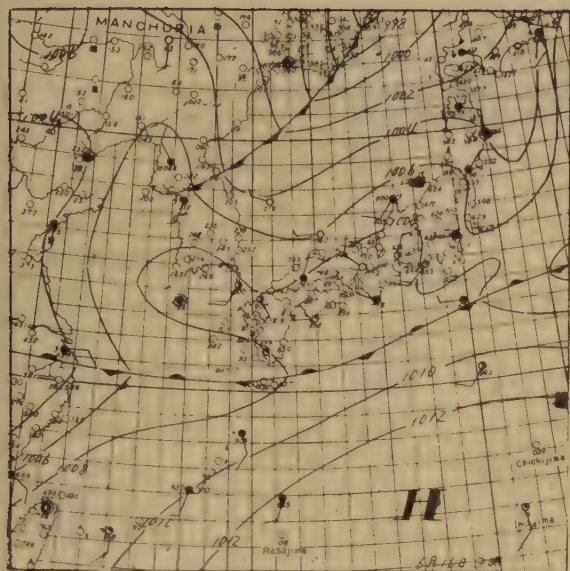
第 3 図 昭和34年 6月12日 3時



第 4 図 昭和34年 6月13日 3時



第 5 図 昭和34年 6月15日 3時



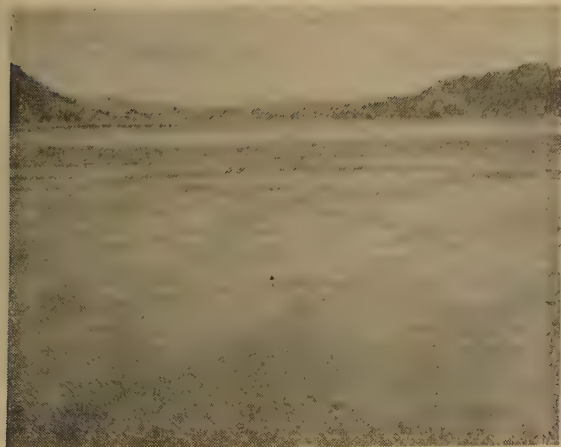
第 6 図 昭和34年 6月16日 3時



第 7 図 昭和34年 6月16日 6時



米島海峡（南側）潮波 12日 6時



米島海峡の渦 12日6時 進路N



米島海峡の渦 12日6時 進路NW

便乗観測海上気象資料

地点 番号	月 日	時 刻	気 圧	気 温	蒸 気 圧	露 点	風 向	風 速	雲 量	雲 型	波 浪			視 程	備 考
											方 向	階 級	波 高		
1	6-11	18 10	1000.2	20.0	17.50	15.4	295	10.5	8	Sc	W	2	0.6	8	明石海峡
2		19*50	01.2	19.4	17.03	15.0	315	12.2	3	Sc	WNW	2	0.8	8	播磨灘5番ブイ
3		21*10	02.8	19.1	15.68	13.7	305	8.4	2	Sc	WNW	2	0.6	8	" 3番ブイ
4		22*00	03.0	18.6	15.72	13.7	300	10.8	2	Sc	WNW	2	0.7	8	" 1番ブイ
5		23*50	03.3	18.5	16.33	14.3	300	11.2	0	Sc	WNW	2	0.6	8	男木島西方
6	6-12	01*00	04.0	18.5	15.78	13.8	280	10.7	4	Sc	WNW	1	0.5	8	鍋島南方
7		02*30	04.7	18.1	14.80	12.8	270	8.1	5	Sc	W	1	0.5	8	六島南方
8		04*15	05.4	17.6	16.20	14.2	240	7.5	5	Sc	SW	1	0.5	7	高井神島北方
9		05*30	06.0	17.5	15.20	13.2	285	9.0	3	Sc	W	1	0.3	8	来島海峡南部
10		06*10	07.0	17.5	16.02	14.0	255	5.3	3	Sc	W	1	0.5	8	" 北部
11		07*30	07.7	17.7	15.06	13.1	200	5.5	3	Sc, Ac	WSW	1	0.4	8	波妻鼻西方
12		09*00	08.2	18.4	15.49	13.5	245	5.2	10-	Sc	WSW	1	0.3	7	由利島北方
13		10 50	08.0	18.9	14.98	13.0	240	6.4	5	Sc, Cu	W	1	0.5	8	平郡水道
14		12*20	07.5	18.6	16.81	14.8	275	8.4	2	Sc, Cu, Ci	WNW	1	0.5	8	祝島南方
15		14*05	07.2	19.8	17.69	15.6	260	6.6	2	Sc, Cu, Ci	W	1	0.5	8	姫島北方
16		15*10	07.2	20.2	16.85	14.9	280	6.8	2	Cu, Ci, Cs	WNW	1	0.5	8	
17		17*25	07.7	20.4	16.16	14.2	295	4.3	3	Sc, Cu Ci, Cs	NW	1	0.3	8	
18	6-15	19*40	07.1	20.8	22.41	19.3	110	7.1	3	Sc, Cs	E	2	0.7	7	
19		21*05	08.1	21.2	22.36	19.3	120	3.7	5	Cs	ESE	2	0.7	7	
20		22*15	08.9	21.1	20.56	18.0	235	4.5	10-	Cs	SSW	1	0.3	7	由利島南方
21	6-16	00*10	08.6	19.7	20.09	17.6	210	5.0	9	Cs	SW	1	0.2	7	波妻鼻西方
22		01*00	08.4	19.9	21.16	18.4	275	3.0	0	—	NE	1	0.3	8	来島海峡北部
23		01*45	08.3	20.5	21.58	18.7	250	4.0	0	—	ENE	1	0.2	8	" 南部
24		02*50	08.5	20.3	22.13	19.1	275	4.5	0	—	ENE	1	0.2	8	高井神島北方
25		04*00	08.6	20.5	21.79	18.9	280	2.8	2	Ci	NE	1	0.3	8	六島南方
26		05*05	08.9	19.6	21.97	19.0	320	1.3	10-	Ci, Cs	Calm			8	鍋島南方
27		06*20	09.8	18.4	—	—	70	2.0	0	—	Calm			4=	大兜島南方
28		07*10	09.7	21.9	22.94	19.7	240	4.2	10-	Cs, Ci	E	1	0.2	7	播磨灘1番ブイ
29		08*00	10.0	23.2	23.17	19.9	240	4.2	9	Ci, Cs	ESE	1	0.1	7	" 3番ブイ
30		09*10	10.0	23.9	23.36	20.0	220	10.4	10-	Ci, Cs	S	1	0.1	7	" 6番ブイ
31		10*40	09.5	23.1	22.80	19.6	240	12.3	9	Cs, Ci	SW	1	0.2	7=	明石海峡

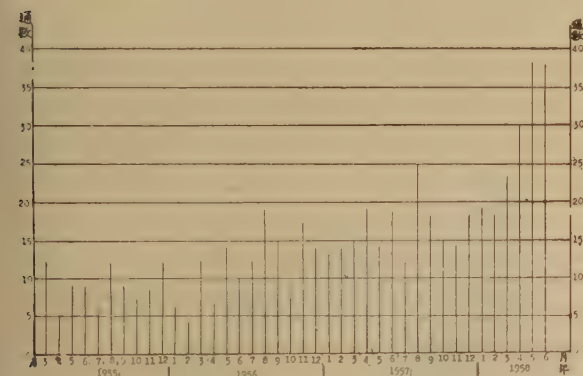
北太平洋航路における

最低気圧、最大風力及び暴風の統計

神戸海洋気象台 海上気象課

はしがき 我国の船舶は気象業務法施行規則第5条により気象観測の成果を船舶気象報にして直ちに通報するほかに之を船舶気象観測表にして航海終了後気象庁或は海洋気象台に提出する事になっている。神戸海洋気象台にも各航路就航船舶より毎月80通前後の報告が寄せられ当課では其等資料の中から一航海中の最低気圧と最大風速及び暴風の記録を整理し『海の気象』に掲載している。之等の記録が創刊以来大分たまったので今度北太平洋航路分につき、表題の項目の季節別統計を行つた。航海者各位の経験と照らし合はせた御批判を戴ければ幸甚です。資料は1955年3月から1958年6月迄の40ヵ月、590通の報告にもとづくものである。

§ 1. 観測報告表受付状況 第1図に北太平洋航路就航船から当台に送られて来た気象観測報告表受付状況を示す。1955~56年前半迄は毎月10通前後の報告状況であつたが1956年



第1図： 観測報告受付状況

後半から報告通数も多くなつて来た。1957~58年は地球観測年で特に報告提出をお願いしたの

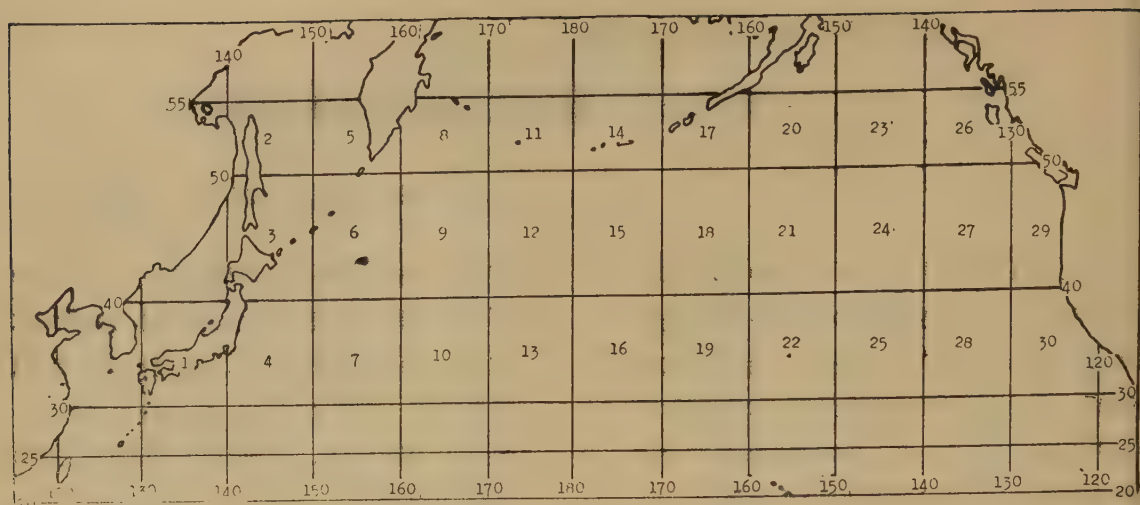
で図で見る様に報告も漸増している。現在神戸、横浜及び名古屋港では気象台から定期的に訪船し港湾気象業務（詳しくは『船と海上気象』2巻3号、4号及び3巻2号を参照されたい）を実施しているが、其等の成果が観測報告表の通数の伸びにも現われていると思われる。統計期間の報告通数を季節別に分けると第1表のようになる。

第1表： 観測報告付数

報告 季	通 数	月 数
春	198	12ヵ月
夏	162	10ヵ月
秋	112	9ヵ月
冬	118	9ヵ月
計	590	40ヵ月

§ 2. 航路の区分 北太平洋航路として普通航海されるのは北コースとしては所謂大圏コースであり、冬季アリユーション低気圧の発達する時期には南のコースとして30°N線附近の Parallel sailing が採用されている。従つて本調査においても航路を主として北コースと南コースに分類し、北コースとしては55°N~50°N、50°~40°Nをとり南コースとしては40°N~30°Nをとり、南北三つに区分、経度10度毎に之を区切り、第2図の如く30区に分割し1から30迄各区域に名称を付した。以後は各区域を其の番号で呼ぶ事にする。

§ 3. 航路の最低気圧 上記区分に従つて、北太平洋航路の往航或は復航の際の最低気圧観測値の統計を行つた。気象業務法で定められた報告範囲は国際指定船舶を除く一般船舶については西経160°以西の中西部北太平洋であ



第2図：航路の区分

るので、17、18、19区以西の報告が必然的に多く、それより東の北米よりの海区のものは全航路分の気象報告をされた船舶資料によつているので資料が少く精度も落ちる事は否めない。

第2表：航路最低気圧観測表

区域	春 回数	夏 回数	秋 回数	冬 回数	計 回数
1	2	1	—	—	3
2	—	—	—	—	—
3	—	6	2	1	9
4	42	39	6	15	102
5	—	—	—	—	—
6	14	25	4	4	47
7	18	6	2	18	44
8	—	—	—	—	—
9	26	15	9	5	55
10	14	1	5	11	31
11	1	3	1	—	5
12	26	25	15	13	79
13	7	1	4	10	22
14	2	1	—	2	5
15	13	19	20	3	55
16	3	1	2	9	15
17	2	2	9	1	14
18	9	7	10	6	32
19	1	—	2	3	6
20	2	1	1	—	4
21	4	6	10	6	26
22	1	—	2	4	7
23	1	—	1	—	2
24	1	—	1	—	2
25	—	—	1	3	4
26	—	1	1	1	3
27	3	—	1	—	4
28	3	1	1	1	6
29	—	—	1	—	1
30	3	1	1	2	7
	198	162	112	118	590

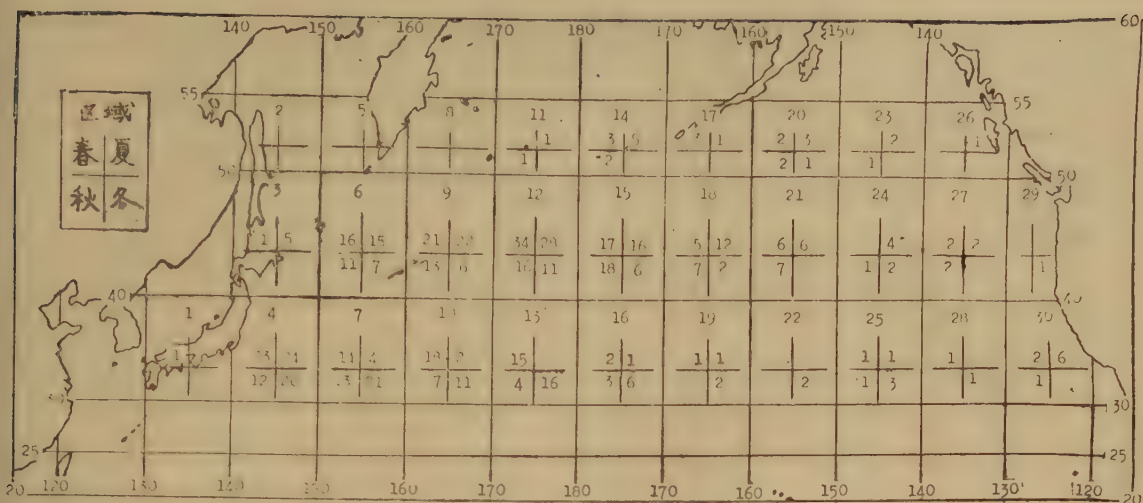
第2表は前記区分による各季節別の最低気圧観測表である。此の表から4、12、9、15、6、7区の順で航海中に最低気圧を観測する事が多いのが解る。特に4区と12区で最低気圧を観測する事が多いのが目立つ、4区で多いのは、本邦太平洋側或は日本海を東進する低気圧が関東沖や三陸沖で急速に発達する事が多いと云う気象上の条件と出入港船の殆どが此の海域を通

ると云う地理上の条件が重なる結果である。又12区が多いのは上記低記圧の発達最盛期が此の海域となる事を物語るもので、次いで9、15区が多いのも低気圧の発達衰弱の過程と考え合わせ当然想像される事である。

次に春、夏、秋には4区を除き6、9、12、15、18、21区と北方コースで最低気圧を観測する事の多いのは之等季節には大圏コースを通る船舶が多い事の現われであり、之に反し冬季には4、7、10、13、16区と南コースで最低気圧を観測している回数が多いのは、冬季アリューシャン低気圧の影響を避ける為に南コースを選ぶ船舶の多い事とアリューシャン低気圧の影響範囲が南迄強い事を意味する。

第2表を図にしたのが第3図である。各区域において観測された春夏秋冬の最低気圧観測回数を示す。航路で観測された最低気圧の頻度分布を10mb間隔に区切つてみると第3表の様な分布状況となる。春と秋は990~1000mb、1000~1010mbの回数が殆ど等しく、夏は1000~1010mbの間が最低気圧の値として非常に多く、冬は990~1000mb間及びそれ以下が極めて多くなつてい

統計期間に観測された最低気圧は、1955年3月7日川崎汽船瑞川丸が47.5°N、169.9°Eで観測した952.0mbであつた。尚現在までアリューシャン低気圧内で観測した最低気圧は934.7mbであり(日本郵船氷川丸水銀気圧計、1938



第3図： 航路最低気圧観測頻度図

第3表： 航路最低気圧頻度分布

季	mb. 950.1~ 960.0	960.1~ 970.0	970.1~ 980.0	980.1~ 990.0	990.1~ 1000.0	1000.1~ 1010.0	1010.1~ 1020.0	1020.0~	計
春	1	4	6	32	67	69	17	2	198
夏	—	—	4	13	38	91	16	—	162
秋	—	—	12	19	37	35	9	—	112
冬	2	3	15	17	47	30	4	—	118
計	3	7	37	81	189	225	46	2	590

年12月23日、47° N、167° E 船長沢内晴磨氏)、920mb以下になつた例はない。(柴田淑次著：海上気象と天気図による)

§ 4. 航路の最大風力 航路の最低気

圧と同様な方法で航海中最強風を観測する海域の統計をしてみると、第4表の結果を得た。最大風力の方も最低気圧と大体似た傾向をみせ、春夏秋を通じて4、12、9、15区が最強風を観測する事が多く、冬季は7、4、13、10区と南コースで観測する事が多い。第4図は第4表を図示したものである。

四季別に航路で観測する最大風力の風向分布をみると第5表及び第5図の様な風配図を得た。春はSSEからS、に廻りNWに至るまでの風向が多く、特にWが多い。夏はSE~SWの間が多くSが卓越する。秋と冬はW~NWが卓越している。統計期間に現われた最大風力は

1956年5月17日

大同海運高幸丸
が47.2° N、163.

6° W(18区)で観

測したW・12、

1958年1月8日

武庫汽船美邦丸

が43.6° N、16

2.5° E (9区)

で観測したNW

12、及び1958年

5月23日大阪商

船ふいりびん丸

が46.3° N、170.

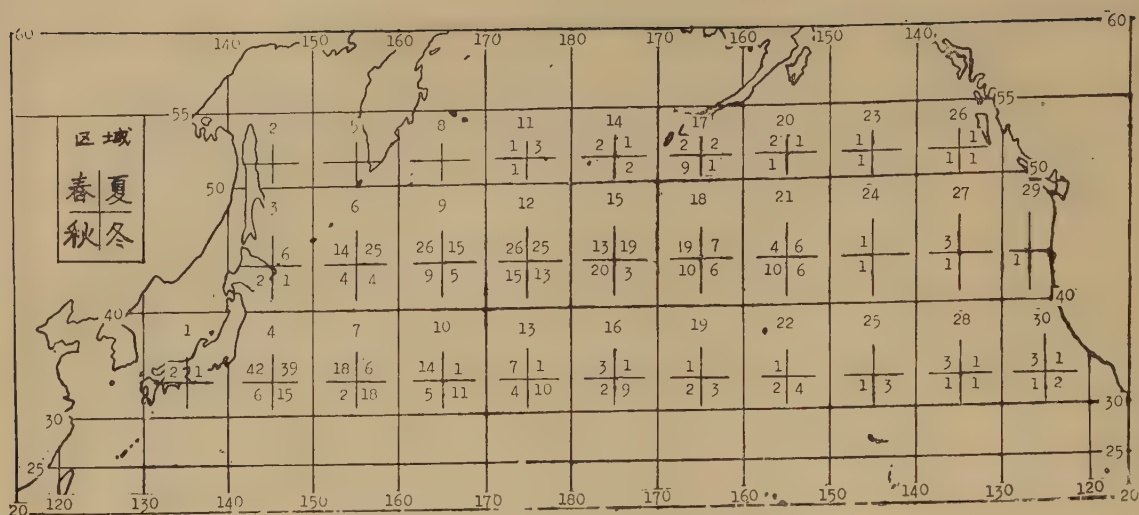
3° W (15区)で

観測したW・12

であつた。

第4表： 航路最大風力観測表

区域	春 回数	夏 回数	秋 回数	冬 回数	計 回数
1	1	—	—	—	1
2	—	—	—	—	—
3	1	5	—	—	6
4	33	24	12	20	89
5	—	—	—	—	—
6	16	15	11	7	49
7	14	4	3	21	42
8	—	—	—	—	—
9	21	22	13	6	62
10	18	2	7	11	38
11	—	1	1	—	2
12	34	28	16	11	89
13	15	—	4	16	35
14	3	5	2	—	10
15	17	16	18	6	57
16	2	1	3	6	12
17	3	1	—	—	4
18	5	12	7	2	26
19	1	1	—	2	4
20	2	3	2	1	8
21	6	6	7	—	19
22	—	—	—	2	2
23	—	2	1	—	3
24	—	4	1	2	7
25	1	1	1	3	6
26	—	1	—	—	1
27	2	2	2	—	6
28	1	—	—	1	2
29	—	—	—	1	1
30	2	6	1	—	9
計	198	162	112	118	590



第4図： 航路最大風力観測分布図

第5表のI： 最大風力観測時の風向(春)

風向 区域	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	1	—	3	—	3	1	—	2	3	6	3	—	3	2	4	2	33
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1	—	—	—	2	—	—	—	2	1	—	—	4	5	1	—	16
7	—	—	—	—	—	1	—	1	1	4	—	—	3	2	1	1	14
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	1	—	—	1	2	2	1	3	2	1	2	4	2	—	—	21
10	1	—	—	—	2	—	—	1	4	1	5	1	2	1	—	—	18
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	1	—	—	—	—	—	—	3	3	1	2	2	9	5	5	1	34
13	1	—	2	—	—	—	—	1	3	2	3	1	1	—	—	—	15
14	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	3
15	—	1	—	—	—	—	—	1	3	2	—	2	4	—	2	—	17
16	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2
17	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	3
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—	—	5
19	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2
21	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	2	—	—	1	6
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2
計	6	3	8	—	9	7	8	13	20	21	19	11	36	18	14	5	198

第5表のII: 最大風力観測時の風向(夏)

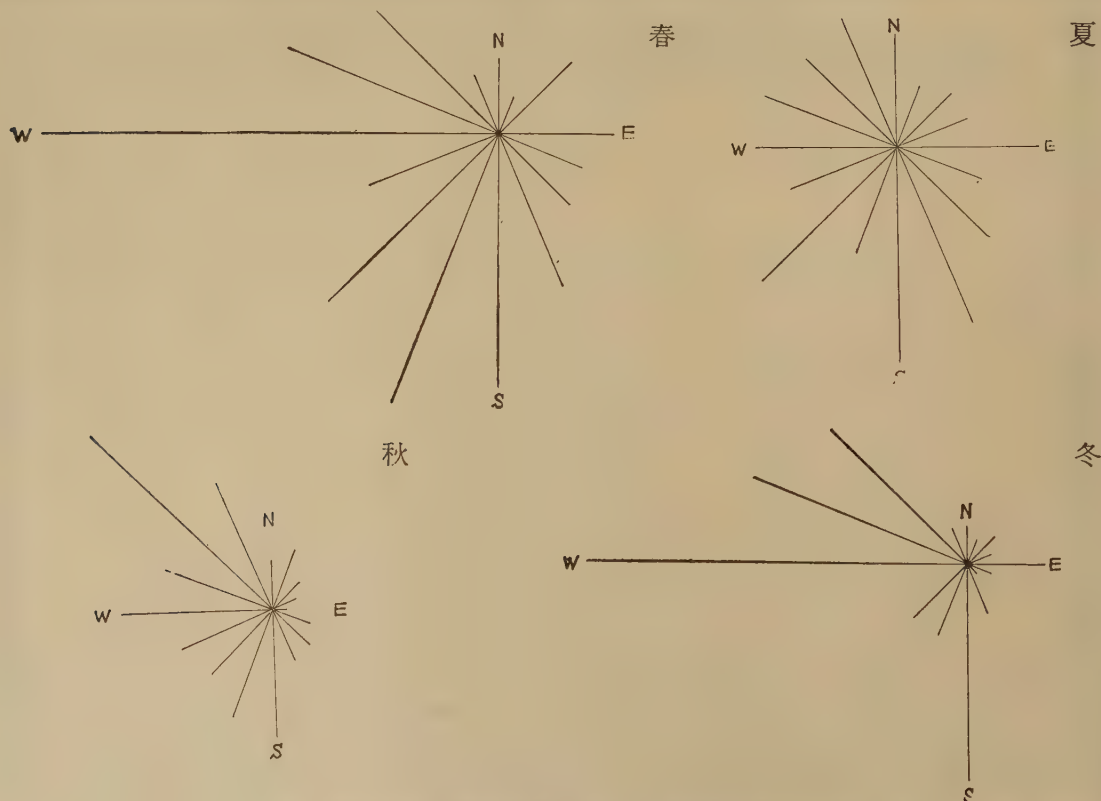
風向 区域	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	5
4	1	—	3	2	1	—	—	4	1	3	3	2	—	1	1	2	24
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	2	1	—	1	3	—	4	1	—	—	—	1	1	1	—	—	15
7	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	4
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	3	3	1	1	6	2	2	—	1	2	1	1	22
10	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
11	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
12	2	3	1	1	2	—	1	3	2	2	—	2	2	1	2	4	28
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	5
15	—	—	—	—	1	—	—	—	2	1	1	2	1	1	4	2	16
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
18	—	—	—	—	—	1	—	2	3	—	4	—	—	1	1	—	12
19	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
20	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	3
21	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	1	—	2	—	—	—	8
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2
24	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	1	—	—	1	4
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	6
計	9	5	6	6	11	7	10	15	17	9	15	9	11	11	10	11	162

第5表のIII: 最大風力観測時の風向(秋)

風向 区域	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	1	1	—	—	—	—	—	—	2	—	1	1	2	—	3	1	12
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	2	—	—	—	3	—	1	—	1	—	1	—	3	—	11
7	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	3	2	4	13
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1	1	—	1	1	7
11	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
12	1	—	1	—	—	—	—	—	2	—	2	—	2	3	5	—	16
13	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	4
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2
15	1	—	—	—	1	1	1	3	2	2	2	1	1	—	1	2	18
16	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	3
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	1	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	—	1	1	—	7
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2
21	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	1	2	—	7
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
24	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
計	4	5	3	2	1	3	4	4	10	9	7	8	12	9	20	11	112

第5表のIV: 最大風力観測時の風向(冬)

風向 区域	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	2	—	4	4	6	1	20
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	2	1	—	1	7
7	1	—	—	—	1	—	—	1	2	—	1	—	7	5	2	1	21
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	3	—	6
10	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	1	—	3	1	1	—	11
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	6	2	—	—	11
13	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	2	—	2	2	2	—	16
14	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	1	—	1	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	6
16	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	3	1	—	—	6
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	2
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	2
25	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	3
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計	3	2	3	2	6	2	1	4	17	6	6	—	30	18	15	3	118



第5図: 最大風力の風配図

§ 5. 暴風報告 統計期間に北太平洋航路において観測した暴風(風速34Knot、風力8以上)は第6表の如く429通となり、第1表で示した観測報告通数と比較し、各季節別の暴風観測率も示しておいた。春と秋の航海で暴風に遭遇する割合は70~80%であり、冬季は133%と航海中必ず1度以上暴風に遭遇する確率がある。夏季は暴風観測率22%となり北太平洋航路では最も穏やかな時期で、太平洋横断新記録樹立の季節である。

第 6 表： 暴風回数及び暴風観測率

報告 季	暴風回数	月 数	暴風観測率
春	154	12ヵ月	0.78
夏	35	10ヵ月	0.22
秋	83	9ヵ月	0.74
冬	157	9ヵ月	1.33
計	429	40ヵ月	

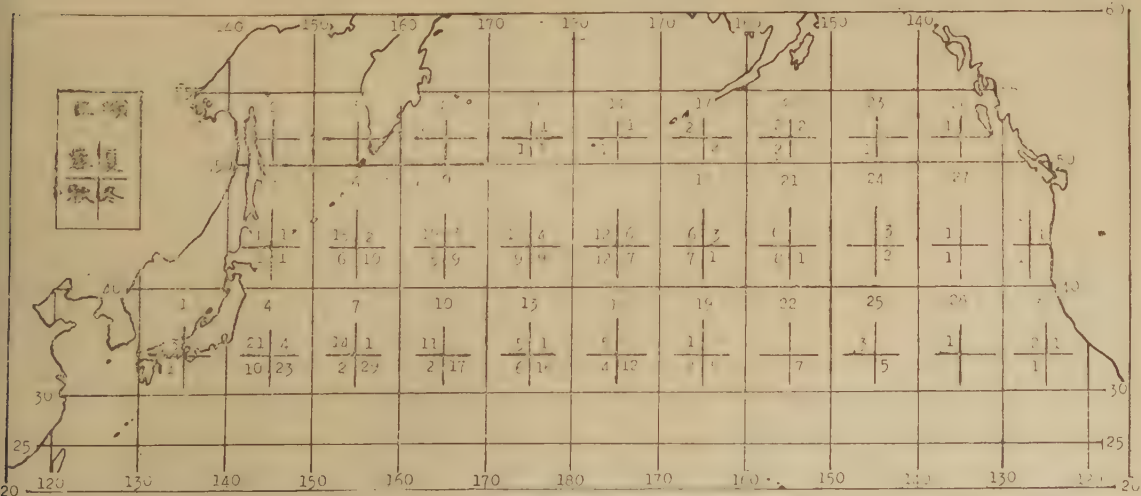
§ 6. 区域別、季節別にみた暴風

暴風観測の中で最強風を観測した時間の船位で暴風観測の区域としてその区域別回数を統計して表及び図にしたものが第7表及び第6図である。春は4、9、12区、夏と秋は15、4、12区

冬は7、4、10、13区が暴風観測回数が多く、航路の最大風力の時と大体同じ傾向である。

第 7 表： 区域別暴風観測表

区域	春	夏	秋	冬	計
	回 数	回 数	回 数	回 数	回 数
1	3	—	1	—	4
2	—	—	—	—	—
3	1	1	1	1	4
4	21	4	10	23	58
5	—	—	—	—	—
6	15	2	6	10	33
7	14	1	2	29	46
8	—	—	—	—	—
9	19	3	5	9	36
10	11	—	2	17	30
11	—	1	1	1	3
12	19	4	9	9	41
13	5	1	6	16	28
14	4	1	1	—	6
15	12	6	12	7	37
16	5	—	4	12	21
17	2	—	—	2	4
18	6	3	7	1	17
19	1	1	2	5	9
20	2	2	2	—	6
21	6	—	8	1	15
22	—	—	—	7	7
23	—	—	1	—	1
24	—	3	—	2	5
25	3	—	—	5	8
26	1	—	—	—	1
27	1	—	1	—	2
28	1	—	—	—	1
29	—	1	1	—	2
30	2	1	1	—	4
計	154	35	83	157	429



第 6 図： 暴 風 観 測 回 数 図

第8表のI: 暴風時の最強風向(春)

風向 区域	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	—	—	3
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	2	—	3	—	—	1	—	—	1	5	4	—	1	2	1	1	21
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	2	—	—	—	2	—	—	—	1	1	—	—	5	3	1	—	15
7	1	1	—	—	—	—	1	1	3	1	2	—	2	1	1	—	14
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1	1	—	—	2	1	1	1	1	—	3	1	4	1	2	—	19
10	—	—	—	—	—	—	—	1	3	1	1	1	3	1	—	—	11
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	1	—	—	—	—	—	1	2	2	1	2	2	3	3	1	1	19
13	—	—	1	—	—	—	—	1	1	1	2	—	—	—	—	—	5
14	—	—	—	—	—	—	—	1	3	1	—	1	2	—	1	—	4
15	—	—	—	—	—	—	1	3	1	—	1	2	3	—	1	—	12
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	3	—	—	—	5
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
18	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	3	—	—	—	6
19	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2
21	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	2	—	—	—	6
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	3
26	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2
計	9	2	4	—	5	3	6	10	15	16	17	10	31	16	8	2	154

第8表のII: 暴風時の最強風向(夏)

風向 区域	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	4
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	2
7	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	3
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
12	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	4
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
14	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
15	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	1	—	1	1	6
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	3
19	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
20	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	3
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
計	2	—	—	—	1	3	1	5	4	1	4	3	3	2	4	2	35

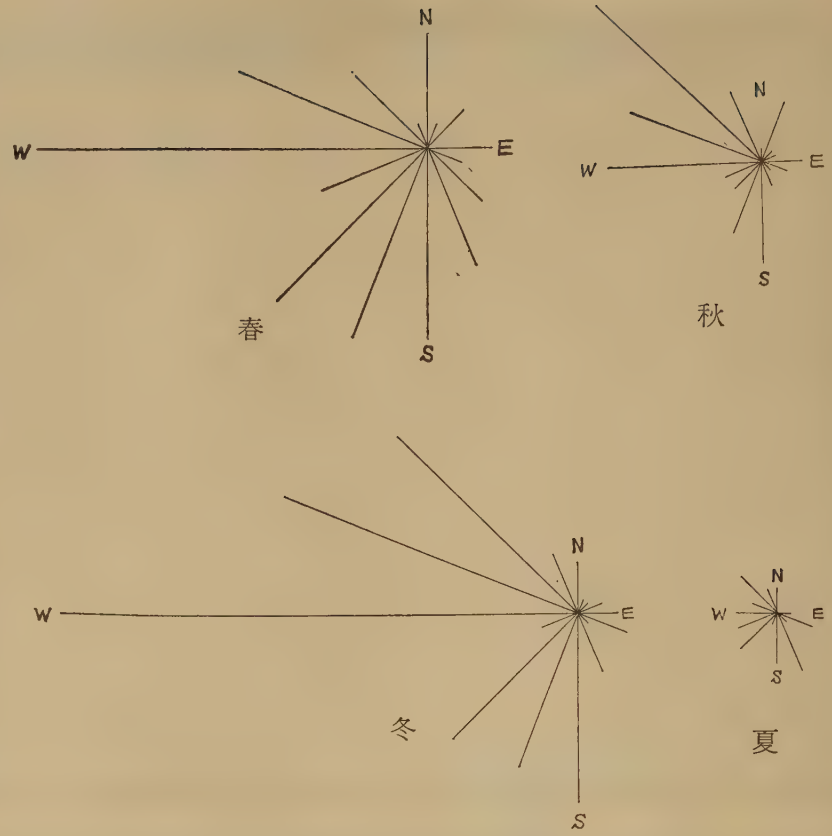
第8表のⅢ： 暴風時の最強風向(秋)

風向 区域	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	1	4	1	10
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	1	2	—	6
7	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	5
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	2
11	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
12	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	1	4	—	9
13	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	1	6
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2	2	2	1	1	1	1	12
16	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	4
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	1	1	—	—	2	—	1	—	—	1	1	—	7
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2
20	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	3	1	3	—	8
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
計	1	5	1	1	3	2	1	2	8	6	3	3	12	11	18	6	83

第8表のⅣ： 暴風時の最強風向(冬)

風向 区域	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
4	—	—	—	—	1	—	2	—	1	1	1	3	1	6	2	4	23
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	1	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	3	1	1	—	10
7	2	—	—	—	1	1	—	1	2	4	1	—	6	6	3	2	29
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	1	—	—	2	1	—	—	—	2	1	2	—	9
10	1	—	—	—	—	—	—	—	1	2	2	—	7	2	2	—	17
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
12	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	5	2	—	—	9
13	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	5	—	3	2	2	—	16
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	1	—	1	1	—	—	—	—	2	1	—	—	—	1	—	—	7
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	3	3	2	—	12
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	—	1	—	5
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
22	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—	3	—	1	7
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	2
25	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	1	1	—	5
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計	4	1	1	2	3	4	1	5	15	13	14	3	41	25	20	5	157

風向別にみると第8表及び第7図の様な風配図が得られる。春はSから順転してWNWに至る迄、秋はW~NWの風、冬はS~NW迄の風が卓越することが多いのが解る。特に春と冬では西風が最強風となる事が多いのが目立つ。



第7図： 暴風時の最強向風配図

第9表： 暴風時の最低気圧分布

mb 季	950.1~ 960.0	960.1~ 970.0	970.1~ 980.0	980.1~ 990.0	990.1~ 1000.0	1000.1~ 1010.0	1010.1~ 1020.0	1020.0~	計
春	—	4	4	27	56	32	27	4	154
夏	—	—	3	7	11	12	2	—	35
秋	—	—	5	13	24	31	10	—	83
冬	2	2	11	22	50	52	17	1	157
計	2	6	23	69	141	127	56	5	429

気圧が1000~1010mbの間に著るしく集まるのに暴風時の最低気圧は回数が極めて少く、その分布から目立つてよく現われるという範囲がきめられない、秋はどちらも似たような分布であるが航路の最低気圧が春と同じく990~1000mbと1000~1010mbの間に入るのがほぼ同数であるのに暴風観測の際の最低気圧分布では1000~

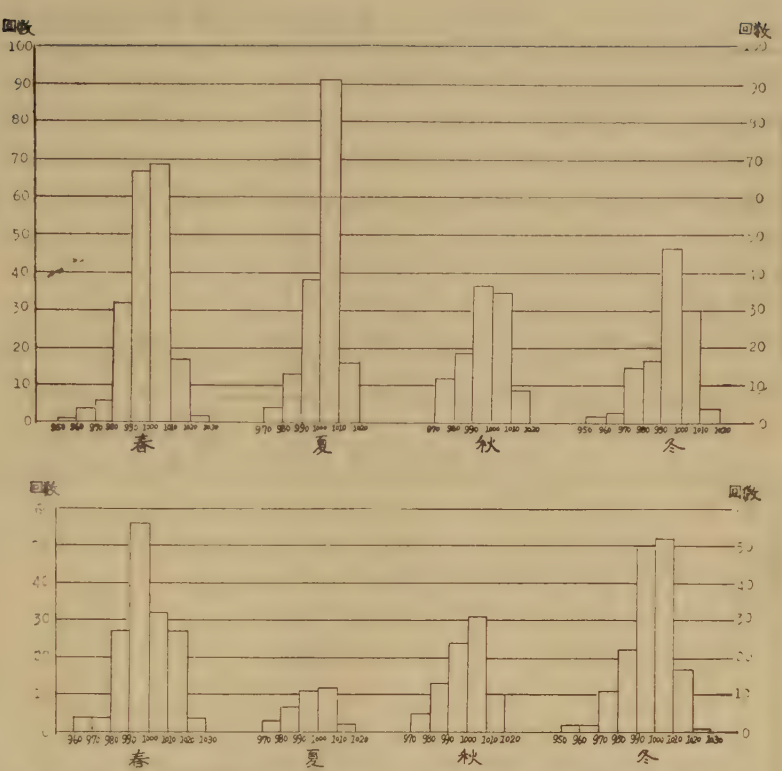
1010mb間で最低気圧を示すのがやや目立つている、冬は春と反対現象を呈し航路の最低気圧分布では990~1000mb間の多いのが目立つが暴風時の最低気圧分布では990~1000mbと1000~1010mbが殆ど同数現われている、等の事が云える。

暴風の風力と暴風時の最低気圧の関係をみる

と第10表の通りである。
 春夏秋は風力8が70%以上を占めるが、冬は風力8が約半数で、風力9及び10が残る40%を占める点が特に目立つ特徴である。気圧が低いから風が強いという事は此の場合云えない。

§ 8. 暴風観測時の 気圧配置

暴風をどういう時に観測しているかを天気図の気圧配置からみると大体次の様になる。即ち低気圧、前線、高気圧と低気圧の気圧傾度大の三つである。之は大雑把な分類で実際には之等の要素が重なり合つておこる複雑なものである。之をもつ



第 8 図： 航路最低気圧頻度分布 (上)と暴風時の最低気圧頻度分布 (下)

第10表のⅠ： 暴風風力と暴風時の最低気圧(春)

風力	回								数		計	%
12	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	3	2.0
11	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0.7
10	—	1	—	—	3	6	—	2	—	—	12	7.8
9	—	—	1	—	7	7	7	—	—	—	22	14.3
8	—	2	3	16	41	25	25	4	—	—	116	75.2
950.1~960.0 960.1~970.0 970.1~980.0 980.1~990.0 990.1~1000.0 1000.1~1010.0 1010.1~1020.0 1020.1~											154	
気圧												

第10表のⅡ： 暴風風力と暴風時の最低気圧(夏)

風力	回								数		計	%
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	2.9
9	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	3	8.6
8	—	—	2	6	10	11	2	—	—	—	31	88.5
950.1~960.0 960.1~970.0 970.1~980.0 980.1~990.0 990.1~1000.0 1000.1~1010.0 1010.1~1020.0 1020.1~											35	
気圧												

第10表のⅢ： 暴風風力と暴風時の最低気圧(秋)

風力	回								計	%
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	1	1	2	4	—	—	8	10.0
9	—	—	2	5	4	4	1	—	16	19.0
8	—	—	2	7	18	23	9	—	59	71.0
	950.1~ 960.0	960.1~ 970.0 気	970.1~ 980.0	980.1~ 990.0	990.1~ 1000.0	1000.1~ 1010.0	1010.1~ 1020.0 圧	1020.1~	83	

第10表のⅣ： 暴風風力と暴風時の最低気圧(冬)

風力	回								計	%
12	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0.6
11	—	—	4	1	—	1	—	—	6	3.8
10	—	2	1	8	9	5	2	—	27	17.2
9	1	—	3	5	14	9	4	—	36	23.0
8	1	—	3	7	27	37	11	1	87	55.4
	950.1~ 960.0	960.1~ 970.0 気	970.1~ 980.0	980.1~ 990.0	990.1~ 1000.0	1000.1~ 1010.0	1010.1~ 1020.0 圧	1020.1~	157	

と具体的に述べると低気圧によるものとしては、イ) 揚子江流域又は蒙古方面から東進して来て、アリューシャン低気圧から南西にのびるポーラーフロントに沿い北東進する温帯低気圧によるもので、本州太平洋側或は日本海を発達し乍ら東進し三陸沖関東沖に出てから更に発達し、ベーリング海(古く閉塞した低気圧)、千島海域(最盛期の低気圧)、及び本邦東海上(発達期の低気圧)で所謂低気圧家族を形成するものによる。ロ) 純然たるアリューシャン低気圧及びその前線によるもの、之は上記低気圧群がアリューシャン海域でまとまって大きな低気圧となつたもので、此の低気圧の南西象限や南にのびる前線(閉塞或は寒冷前線)の影響する海域で遭遇する暴風である。ハ) アラスカ湾に入つた低気圧によるもの。アリューシャン低気圧から分離発生した低気圧がアラスカ湾に入つて発達したもので北米西方で観測する低気圧の暴風

は之によるものである。前線によるものは、上に述べた低気圧にすべて関連するのであるが温暖前線の通過前後のSE~S寄りの暴風、暖域内におけるSWの暴風、寒冷前線通過前後のS~W寄りの暴風及び寒冷前線通過後低気圧の南西象限に入ってから続く西寄りの暴風で之が時間的に一番永続するものである。気圧傾度の問題ではアリューシャン低気圧とその南東方の太平洋高気圧との気圧傾度大となる海域における暴風であるがアリューシャン低気圧の東方にはその発達の度合に応じて当然北太平洋高気圧が発達するので低気圧と高気圧の中心間の気圧傾度大となつた海域(目安としては2000kmで40mb以上)を航海する場合南寄りの暴風は避けられない問題である。此の他に北米西岸カリホルニヤ沖合で観測される北の強風があるが、之は北米西沖合に発達する高気圧によるもので特に夏期に多い現象である。之は第4表及び第5表に

示した航路の最大風力とその風向で夏期30区で6回、その内わけは風向Nが3回、NWが2回、NNWが1回表われている事からもうかがわれる。又本調査には入らなかつたが30°N以南でハワイ附近を中心として発生するコナ・ストームが10月から4月にわたる半年の間に多い事も記憶さるべき事である。

§ 9. 資料提供船舶 はしがきでも述べた如く本統計は1955年3月から1958年6月迄40ヵ月分の北米航路船舶資料によるものである。第11表に之等資料を提供された船舶のリストを掲載する。総計116隻で報告通数は590通であつた。

☆ ☆ ☆ ☆

第11表： 資料提供船舶一覽表（ABC順）

ありぞな丸	あふりか丸	あめりか丸
あとらす丸	あんです丸	あらすか丸
あすとりあ丸	会津丸	有田丸
栗田丸	赤城丸	昭川丸
阿蘇春丸	ぶらじる丸	智利丸
大烈丸	栄山丸	栄春丸
永安丸	福山丸	富士春丸
ほのるる丸	はばな丸	はわい丸
比叡春丸	宝永山丸	箱根山丸
榛名山丸	邦山丸	日川丸
伊勢春丸	五十鈴丸	乾洋丸
乾昇丸	乾山丸	乾国丸
高宗丸	高武丸	高法丸
高忠丸	高来丸	高典丸
高花丸	高長丸	高東丸
高幸丸	高治丸	高昌丸
君川丸	国川丸	神川丸
和川丸	聖川丸	木曾春丸
協明丸	協優丸	九州丸

あとがき 以上が北太平洋航路就航船舶から船舶気象観測表として当台に送られてきた資料にもとづく最低気圧、最大風力及び暴風の統計である。概念的に知られている知識を定量的に認識し航路の気象究明の一助として役立てば幸である。海難防止が叫ばれるが、それはあくまで目的であり結果である。それに達する手段としては直接航海者は勿論の事、気象、造船、機械、事務等あらゆる日常の小さな仕事に着実に実行される様一人一人が経験と知識を磨き加え、それを明瞭な意識で駆使する努力以外に方法はないであろう。

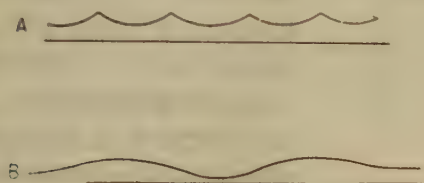
終りに当り統計資料を提出された船舶、航海者各位に心からの謝意を表すると共に今後の御安航をお祈り致します。（長尾真也調査）

神戸丸	向日丸	香椎丸
広啓丸	建和丸	かれどにあ丸
らぶらた丸	ろんどん丸	もんでびでお丸
めきしこ丸	摩耶山丸	万寿山丸
武蔵山丸	明俊丸	明啓丸
明德丸	明倫山丸	光島丸
武庫春丸	美代玉丸	美邦丸
那智春丸	長門丸	日瑞丸
日章丸	日豊丸	ふいりびん丸
ばなま丸	秘露丸	隆山丸
すえず丸	さんとす丸	駿河丸
讃岐丸	相模丸	松盛丸
松隆丸	信貴春丸	諏訪春丸
祥川丸	第3真盛丸	昌洋丸
建川丸	照川丸	健島丸
大天丸	大安丸	大有丸
天栄丸	豊国丸	富山丸
山国丸	山春丸	山姫丸
山月丸	山菊丸	吉野山丸
康島丸	瑞川丸	

No.15

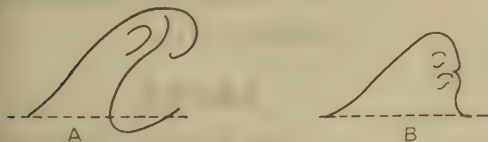
波 と う ね り

海の波は波浪とウネリに分けられる。波浪は風によつて直接起される波で、複雑な形を示し、波の峯は鋭い角でとがつており、その峯は横に長くのびることなく不規則で、切れ切れになつている。暴風におそわれた海面は巻き波や砕け波と同じ現象を生じて海面が一面の白い泡でおおわれるようになる。(第1図) ウネリは風によつて起こされた波浪が遠くへ伝播して来た波で、波浪と異なり、その峯は丸味をもつて



第1図 A: 風浪 B: うねり

おり、峯は横に長く、同じような高さで規則的に進んでくる。(第1図) また、これらの波が海岸に近ずいて変形したものに磯波がある。これはその砕け方で巻き波と崩れ波とに分けられる。巻き波は波の前面が巻いて波全体がほとんど一せいに砕けるもので、この時の水深は波高の1.1倍から1.5倍位の大きさである。(第2図) 崩れ波は波の前面が切り立つようなことはなく



第2図 A: 巻き波 B: 崩れ波

波の峯が崩れて後に波全体が崩れてゆくものである。(第2図) また、海流や潮流の強い所に波浪の進んで来た時には特徴のある潮波を生ずる。このほか、暴風域では二つ以上の方向から進んで来た波が衝突して角錐状の波を形造ることがあるが、これを三角波と云っている。

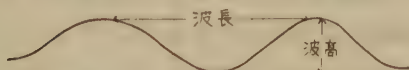
波の要素として主なものは次のものである。(第3図)

方向: 波浪が進んでくる方向。

波長: 一つの波の峯から次の峯まで、又は波の谷から谷までの距離。

波高: 波の谷から峯までの高さ。

週期: 一地点を波の峯(又は谷)が通つて次の山(又は谷)がくるまでの時間。



第3図 波浪要素

このほかに波の移動速度の波速、波浪のけわしさを $\frac{\text{波長}}{\text{波高}}$ で示す粗度、波浪の発達過程に係のある波令($\frac{\text{波速}}{\text{風速}}$ で示す)などがある。これらの要素の間には簡単な関係があつて、波長、週期、波速の中の一つがわかれば他の二つは計算によつて知ることが出来る。しかし不規則な波の場合にはあてはまらないことがある。

§ 波浪図の作成

実際の海面は非常に不規則で個々の要素は決して同じではなく、一般には数多くの波を観測して平均値をとるのが普通である。しかも観測方法や観測時間によつて違つてくるものであり、最近では高い波から数えて全体の $\frac{1}{3}$ の間にある波の平均値で代表させる場合が多く、これを有義波と呼んでいる。有義波高と平均波高との間には

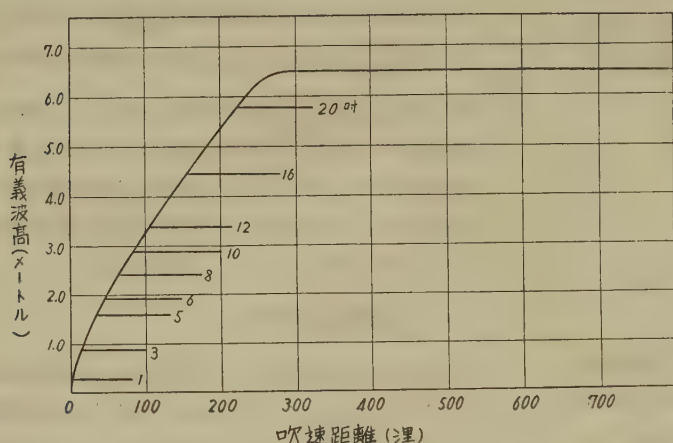
$$\text{有義波高} = 1.60 \times \text{平均波高}$$

と云う関係があつて、実際と大体一致している。

波浪は海面上の風速、その風の吹いてくる距離(吹送距離)また、その風が吹き続いた時間(吹続時間)とによつて決まる。波浪が理論的に充分発達した状態に達するには無限に長い吹送距離の上で、無限に長い吹続時間の後である。が実際には、ある有限の吹送距離と吹続時間内で理論的にも近い充分発達した状態になる。このように充分発達した波浪の発生に必要な最小の値をそれぞれ最小吹送距離、最小吹続時間と云つて波浪の研究調査に使用されている。第1表に各風速に対する最小吹送距離と最小吹続時間とを示し、その時の充分発達した波浪の平均波高と有義波高とを示した。

第1表 各風速に対して充分発達する為の最小吹走距離と
最小吹続時間及びその時の平均波高と有義波高

風速(ノット)	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
最小吹走距離(浬)	10	18	28	40	55	75	100	130	180	230	280	340	420	500	600	710	830	960	1100	1250	1420
最小吹続時間	2.4	3.8	5.2	6.6	8.3	10	12	14	17	20	23	27	30	34	38	42	47	52	57	63	69
平均波高(メートル)	0.3	0.4	0.6	0.9	1.1	1.5	1.9	2.3	2.9	3.4	4.1	4.8	5.6	6.4	7.4	8.4	9.5	10.6	11.9	13.2	14.6
有義波高(メートル)	0.4	0.7	1.0	1.4	1.8	2.4	3.0	3.7	4.6	5.5	6.5	7.7	8.9	10.3	11.8	13.4	15.1	17.0	19.0	21.1	23.3

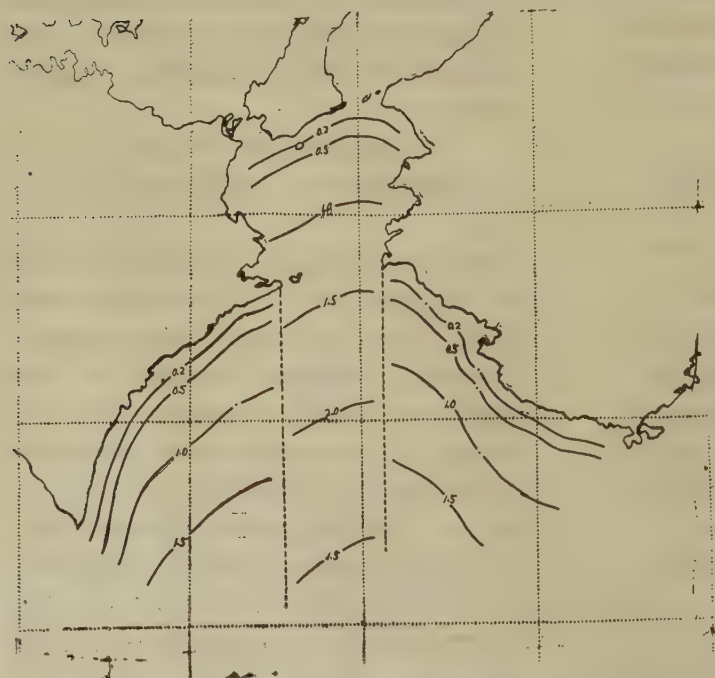


第4図 吹走距離及び吹走時間と有義波高の関係図
(図中の時は時、図下の吹速距離は吹走距離の誤り)

また、吹送距離と有義波高との関係を第4図に示す。紀伊水道全域に30ノットの東風が吹き初めたと仮定すると、まず、さざ波が立ち初め、1時間吹き続くと紀伊半島側の海岸から3.5浬より沖では0.3m程度の波が生ずる。3時間吹き続けば海岸から13浬より沖では1.0m程度の波が立つ、これは紀伊水道の中央より西側で1.0mだが東側では1.0m以下で、今後何時間風が連吹しても東側の波高は変化しない。したがって風向、風速がわかれば、何所でどの程度の波(有義波)が立つかが推定出来る。第5図に風向別風速30ノットの時における各風向別の波浪図を示した。

I 北風の場合

北風が吹く時には沿岸地方は0.5m以下であるが、中央部では1.0~1.5m程度の波高になる。また、紀伊水道の中央南部では2.0m以上になることがある。沿岸沿いに紀伊水道を航行する場合、紀伊半島側では日ノ岬、四国側では蒲生田岬を廻ると急に波高が変化するから注意しなければならない。1.5mの波高になるのは風が吹き初めて4時間後である。



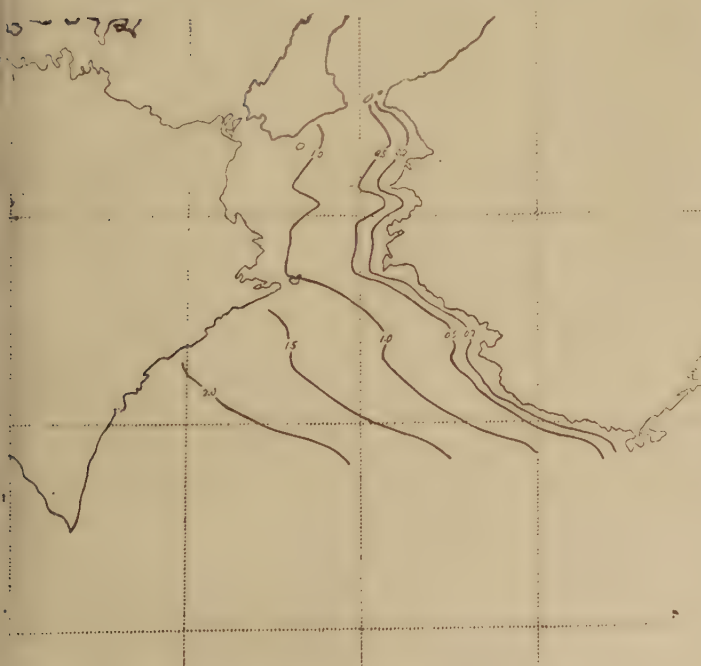
第5図 I 北風 風速 15m/s



第 5 図 II 北東風 風速は全て15m/s



第 5 図 IV 西風



第 5 図 III 東風



第 5 図 V 北西風



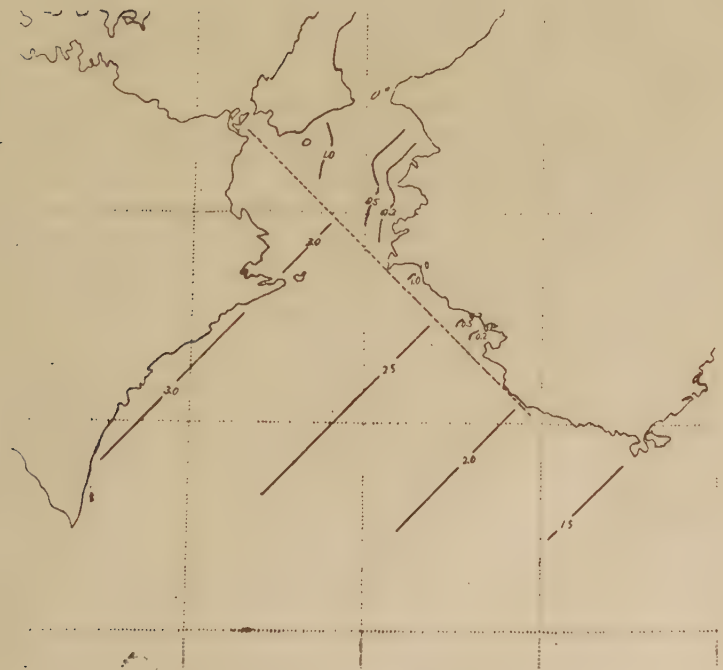
第 5 図 VI 南風 (a)



第 5 図 VI 南風 (b)



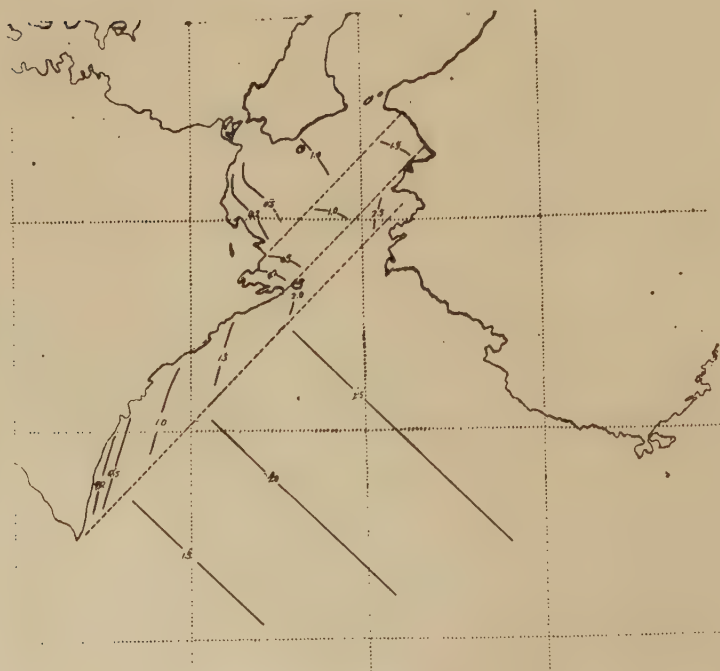
第 5 図 VII 南東風 (a)



第 5 図 VII 南東風 (b)



第 5 図 VIII 南西風 (a)



第 5 図 VIII 南西風 (b)

II 北東風の場合

水道の中央部では大体 1.0m 程度の波になるが、淡路島、紀伊半島沿岸では 1.0m 以下である。四国側では日和佐附近が 1.0m 以下である。しかし、橘、蒲生田岬附近 及び 甲浦附近 では 1.5m 以上になる。日和佐附近沖合では急激に波高の変化する所があるから船舶航行に際しては注意しなければならない。

III 東風の場合

水道の中央部は 1.0 m 程度であるが西側は 1.5m 程度までになる。徳島、小松島附近では 4 時間前後でこのような高い波におそわれる。鳴門海峡の潮流が南流の時には更に波高は高くなる。四国側南部では 2.5m 程度にまで発達する。この程度になる時は 8 時間も風が連吹している場合である。

IV 西風の場合

西風の時には東風の場合とは逆の状態になる。四国側の沿岸部は波が低く、3 時間程度風が連吹すれば水道の中央より東側では 1.0m 程度になり、更に風が連吹すると紀伊半島側では波高が増大する。紀淡海峡や加太瀬戸附近では大体 1.0m 以下の波高である。また、水道南部では 6 時間前後の風の連吹で 2.0m 程度になり（市江崎附近の沖合）8 時間も吹くと潮岬の西側では 2.5m 以上になる。

V 北西風の場合

北西の風が吹く時には、四国沿岸部や和歌山附近は大体 1.0m 以下の波高である。また、田辺附近も 1.0m 程度であろう。しかし、南部では 1.5m 以上の波になることがある。この状態になるのには風が吹き初めてから 5 時間は必要である。四国沿岸沿いに北上する船舶は蒲生田岬附近で急激に波の状態が変わることがあるから注意が必要である。また、田辺、御坊附近から出港する船舶は、風が 4 時間以上吹き続けている時には出港時大きな波が無くても間も無く 1.5m から 2.0m 程度の波に遭遇することを忘れてはならない。

VI 南風の場合

紀伊水道では南風の場合には吹送距離を何所

を基準にして測るかはその時の状態によつて違ってくる。水道全域の波浪図と云うことになる。と室戸岬と潮岬を結ぶ線を基準にしたものを考えるのが妥当と思われる。この場合には基準線を境として南側は全然風が吹いていないが北側では一様に 30ノットの風が吹いていることを仮定していることになる。この時には紀伊半島側では日ノ御崎、四国側では蒲生田岬の北側の沿岸部では 1.0m 以下の波高であるが、沼島や友ヶ島の附近では 2.0m 以上の波高になるだろう。また、鳴門海峡や紀淡海峡の潮流が南流の時には異常な波を生ずる可能性があるから注意しなければならない(a)。また、暴風域一台風の時のような場合一が室戸岬と潮岬を結ぶ基準線より更に 50 哩南にある時には、紀伊水道中央部で 3.0m、北部では 3.5m にも達するだろう。しかし、この時の風の吹続時間は 10 時間以上が必要である。日ノ御崎、蒲生田岬より北側の沿岸部では前の場合と変化はない(b)。

VII 南東風の場合

基準線を南風の場合と同じにすると、南東風の時には紀伊半島沿岸部は 1.0m 以下の波高である。日ノ御崎と鳴門を結ぶ線より北側では沼島附近が 1.0m、北西部では 1.0m~1.5m 程度になる。また、南側では北西へゆく程波高は大きく、蒲生田岬附近では 2.0m 前後、鳴門附近では 8 時間風が吹続すれば 2.5m 程度となり、鳴門海峡の潮流が南流の際には更に波高は増大し、特殊な波形を示すことが考へられるから注意しなければならない。4 時間以上風が吹続している時、田辺、御坊間の沿岸を出港する船舶は出港後間も無く倍以上の波高に遭遇することを忘れてはならない(a)。

暴風域が 50 哩南にある時には田辺沖合で 2.5 m、蒲生田岬附近で 3.0m 程度になり、10 時間も吹続すると鳴門附近で 3.5m 程度になるから船舶は嚴重に注意しなければならない。また、田辺、御坊間の沖合では沿岸部の 3 倍以上の大きな波が存在している。紀淡海峡を南下する船舶も海峡通過後、2~5 時間後には 3 倍以上もの波に遭遇するだろう(b)。

VIII 南西風の場合

南風と同様に基準線を定めると、南西の風が

吹いた時には、蒲生田岬より北の四国沿岸部では波は小さい。南の四国沿岸では甲浦附近が低い、日和佐附近では4時間の吹続で1.5m前後となり、蒲生田岬附近の水道中央部では6時間程度で2.0mとなる。和歌山附近では4時間程度の吹続で1.5m前後の波を生ずる。この南西の風の時には蒲生田岬と下津を結ぶ線上では急激に波の変化を見ることになるから注意しなければならない(a)。

暴風域が50涯南にある時には室戸岬と湯浅とを結ぶ線より北側では前と変化はないが、南側では大きくなる。10時間も風が吹続すれば田辺沖合で3.0m程度の大きな波になる(b)。

§ 波浪の実測

昭和26年から28年までの3年間、紀伊水道の海洋観測が定期的に行われたが、この時の海上気象観測の資料を整理した。観測区域は蒲生田岬と、日ノ御崎を結ぶ線より北であつたので、水道南部の様相は知ることが出来なかつた。

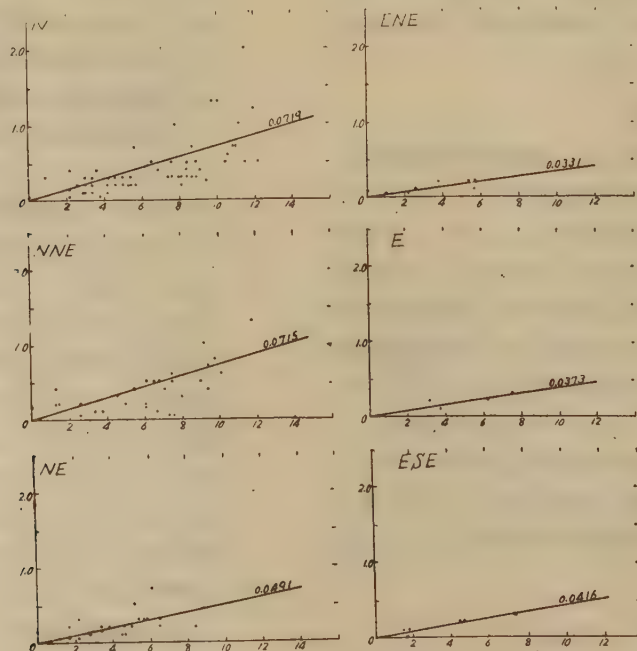
まず、波高を y (m) 風速を x (m/sec) とし、波高と風速との間に $y = \alpha x$ なる関係が存在するものとして、風向別に係数 α を最小自乗法で計算した。係数 α の値を第2表に示す。また

第2表

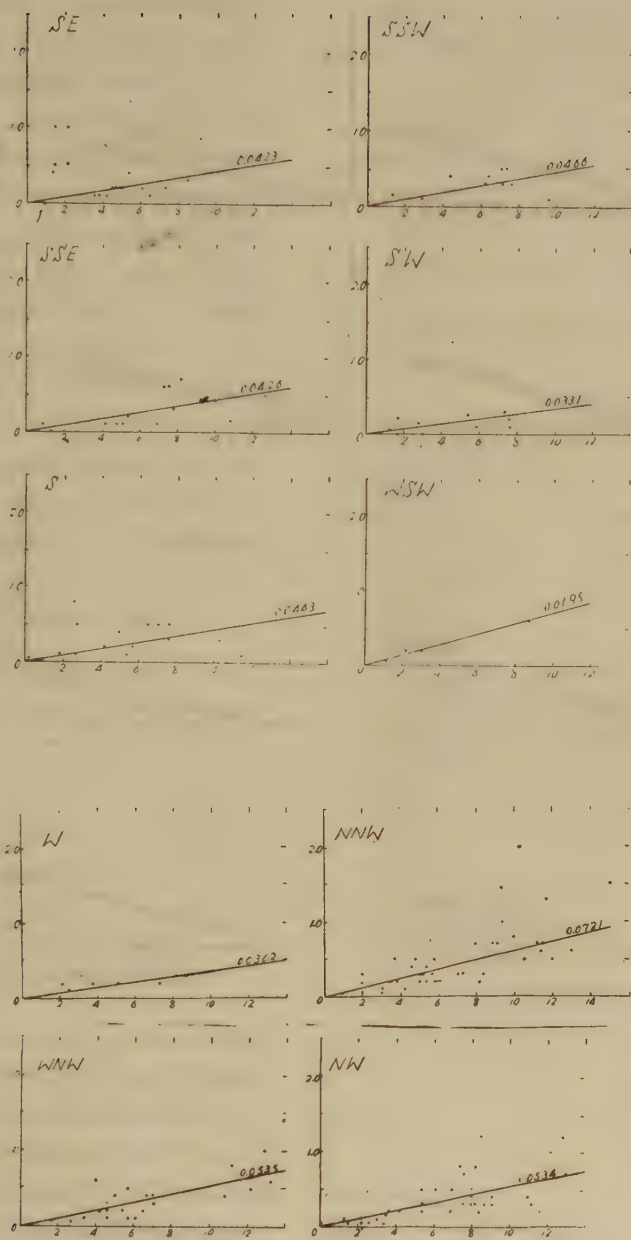
風 向	α	風速15mの 有義波高
N	0.072	1.1
NNE	0.072	1.1
NE	0.049	0.7
ENE	0.033	0.5
E	0.037	0.6
ESE	0.042	0.6
SE	0.042	0.6
SSE	0.043	0.6
S	0.044	0.6
SSW	0.047	0.7
SW	0.033	0.5
WSW	0.070	1.1
W	0.036	0.5
WNW	0.054	0.8
NW	0.053	0.8
NNW	0.072	1.1

これを図に示したものが第6図である。これらによると北部紀伊水道では15m/sec (大体30ノット) の風が吹けば0.5~1.1m程度の波が立っているわけである。北寄りの風の時には1.1m程度になつていて前の波浪図とよく一致している。東寄りの風の場合は概して天気が悪く出港しなかつたことが多く、資料が少い結果、0.5~

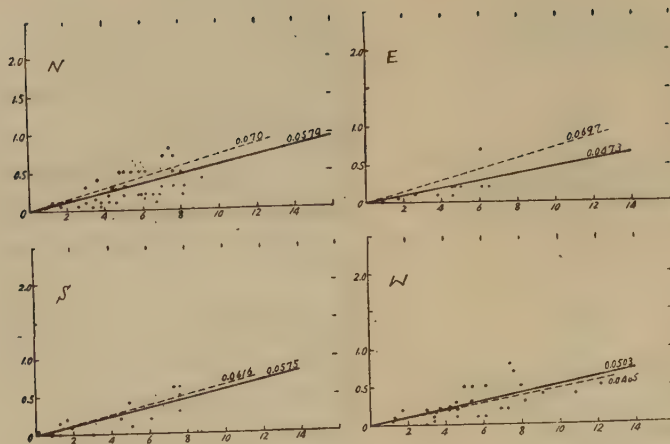
第6図 I



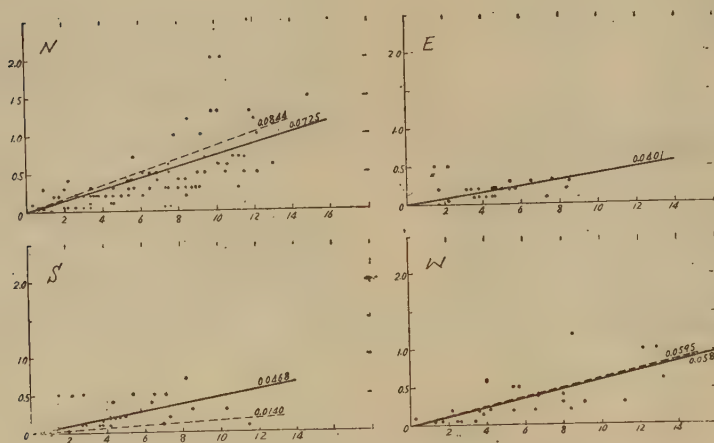
第6図の続き



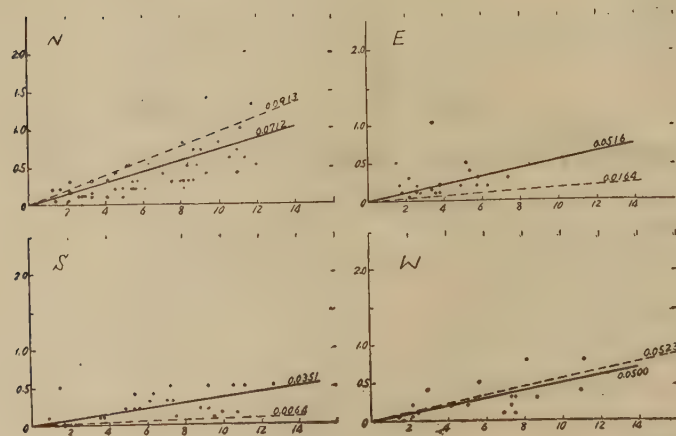
第6図 III



第 8 图
A 地域



第 8 图
B 地域



第 8 图
C 地域

0.6m 程度である。南寄りの風の場合は大体東風と同じ値を示しており、波高は 0.6m 程度である。波浪図では波高は 2.0m 程度であるが、これは波浪図作成の時の仮定が実際と合っていない結果と思われる。即ち南寄りの風の吹く場合は大体夏季の微風であり、前線通過や台風の時には観測資料が無いので、このような結果になったと思われる。西寄りの風の場合には西南西の風の時 1.1m 程度になるが、大体は 0.8m 程度である。西北西以外では資料が少ないので統計としては感心出来ない。波浪図から考えても大体 0.8~1.0m 程度の波高になっていると思われる。

以上は全体的に見た係数であるが、第 7 図のように、沼島を通る経度線と東経 135 度の経度線とによつて三つの地域に区分して各風向別に前と同様に係数 α を計算した。これを第 3 表に示す。また、図に示したのが第 8 図である。

第 3 表 海区及び風向別 α 値

風向	A	B	C
N	0.058(0.9)	0.073(1.1)	0.071(1.1)
E	0.047(0.7)	0.040(0.6)	0.052(0.8)
S	0.058(0.9)	0.047(0.7)	0.035(0.5)
W	0.050(0.8)	0.058(0.9)	0.050(0.8)

() 内は風速 15m/sec の時の有義波高

A 地域では大体同じ値を示し、風向に関係なく、1.5m/sec の風では 0.7~0.9m 程度の波が立つことになる。B 地域では北風の時には大きく、他の風の時には A 地域と同じ程度の波が立つことを示している。C 地域は大体 B 地域と同じ傾向を示しているが、南風の場合が小さい。これを風向別に見てみると、北風では A 地域がやや小さいが各地域とも同じような波が立つと考えて差支えないと思われる。東風では C 地域が最も小さく、A 地域が最も大きくなるべきであるが、事実は余り差が認められない。前記の如く資料不足が原因と思われる。°南風の時には A、C 地域の値は大体波浪図と一致していると思われるが、B 地域については前記の如く吹送距離に左右されるから波浪図と一致しない。西

風が吹く時には各地域とも平均して同じ程度の波になる。東風の時と同じように各地域が平均した波になることは興味あることと思われる。

以上、各風向とも吹続時間を無視しているので波浪図と一致しないが、実際にはこの程度の波が多い事を示していると思われる。また、この実測値の統計から考へて前の波浪図は充分実用して良いことが分る。ただ、南風の場合は吹送距離と吹続時間を充分検討する必要がある。



第 7 図 紀伊水道区域の分類

神戸海洋気象台

矢吹文太郎
菱田耕造

No.16

阪神間のいそ波と砕け波について

明 戸 謙*

Surf and Breaker at the Coast from Ōsaka to Kōbe

K. Akedo

551.465 : 551.556(521.74+521.75)

Behavior of surf and breaker at the coast from Ōsaka to Kōbe was studied with refraction diagrams of the Kii Channel and Ōsaka Bay and compared with the distribution of storm tide damage caused by Typhoon Jane. It was noticed that surf caused by swell was much smaller than that caused by wind wave.

1. まえがき

波が岸に近づくと波高が高まり、波頭がくずれて、いわゆるいそ波および砕け波となる。いそ波や砕け波は海岸に置いてある品物を流し、また時には浸水や堤防決壊の原因となるので重要である。高潮による災害の場合でも、それに伴う波浪のほうが高潮の高さより高く、それらが重なって大きな災害を起こすことが多い。潮の高い季節の満潮時に、風が弱くて潮位だけがじりじりあがり、突堤などが水に浸っても、波がなければ実際の被害はまず起こらない。

いそ波の地域的分布は現在のところ観測資料がないので調査し難いが、米海軍の Hydrographic Office が行なった方法により予報値を求め、だいたいの分布の予想と、特例による実際の検討を行なったので報告する。適当な海図が無いために屈折図はやや目の荒いものとなったが、大略の傾向はつかめているものと思われる。

2. うねりの侵入によるいそ波

第1図は燈台の観測による1956年1か年間のうねりの階級別度数分布図である。潮岬・室戸岬では階級3程度のものが多く、日ノ御崎でもまだ3が多い。この付近は水深70mくらいあり、波長150m程度のうねりは一応深水波としての取り扱いができるようであるが、これからは次第に弱まり、友ヶ島では階級0~2が多く、大阪湾の奥の大阪では0が非常に多く、淡路島の江崎では島かげのためほとんど0ばかりであった。

第2図は1956年の台風9号および15号の経路図である。台風9号についてのうねりの変化図を第3図に示

す。外洋の潮岬・室戸岬および日ノ御崎では早くからうねりが出ているが友ヶ島では相当小さくなり、大阪では17日14時ころから起こっている。同じ欄に示した数字は神戸の風速(m/sec)であるが、大阪でうねりの起こっているのは風速が強くなってからである。第2図中の黒丸はうねりの起こっている時の台風の位置であるが、これはうねりよりも風速による風波の起きやすい位置である。すなわち大阪では(図にはないが、淡路島の江崎でも同じであった)階級1以上のうねりは起こらないうちに風波との見分けがつかなくなったのである。第4図は台風15号によるうねりである。これは太平洋沿岸を通った台風によるうねりで、うねりを観測された期間は9号よりさらに短く、その時期は台風が第2図の黒丸の位置にきた時であり、明らかに風波とうねりの区別がつかなくなっていることを示している。

以上によっても阪神間のうねりはたいした問題でないと思われるが、だいたいの値を調べることにする。

第5図は紀伊水道の屈折図である。うねりの波長をかりに150mとすると水深75m以上では海底地形による屈折は無いから、日ノ御崎付近より北の屈折だけ考えればよい。これによると、うねりの来る方向いかににより、淡路島・友ヶ島間の直交線はやや広がり間隔は約2倍程度となる。第6図は大阪湾の屈折図である。水深10m付近までの直交線の広がりでも相当大きく、約4倍の間隔となる。実際に計算すると、紀伊水道・大阪湾の両者を通じ、波高は元の値の36%となる。うねりの場合には両岸での反射はまず考えなくてよいと思わ

* 神戸海洋気象台

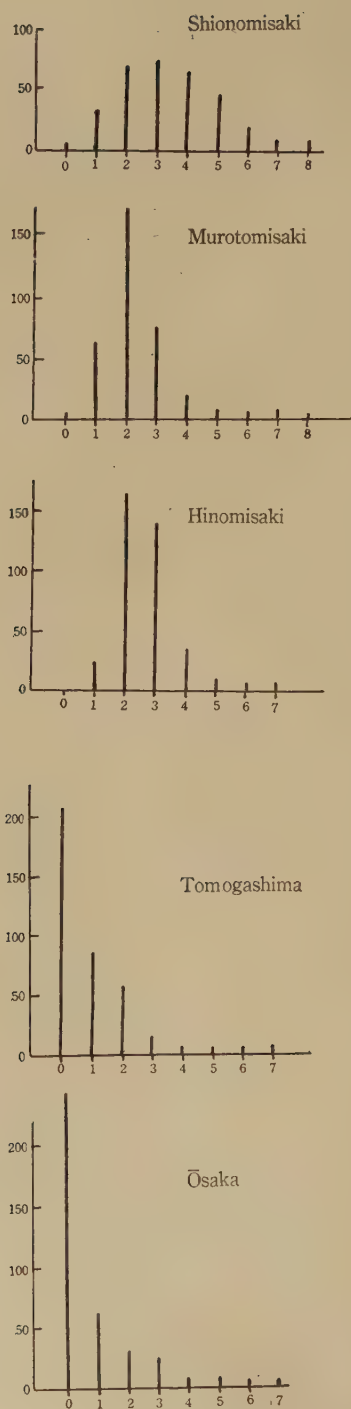


Fig. 1. Frequency of swell height (1956). Ordinate indicates the frequency and abscissa the scale of swell.

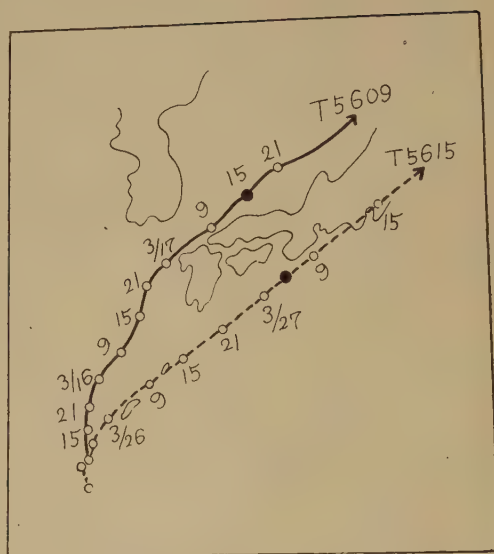


Fig. 2. Tracks of typhoons 5609 and 5615.

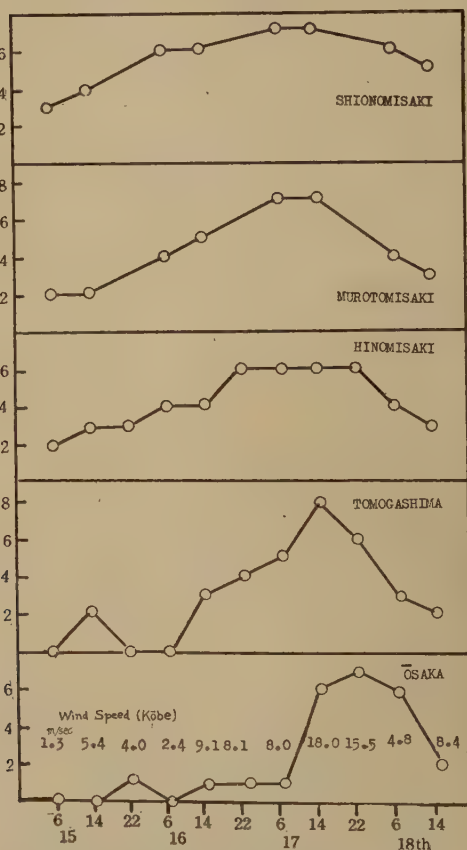


Fig. 3. Sequence of swell height caused by Typhoon 5609. Ordinate indicates the scale of swell.

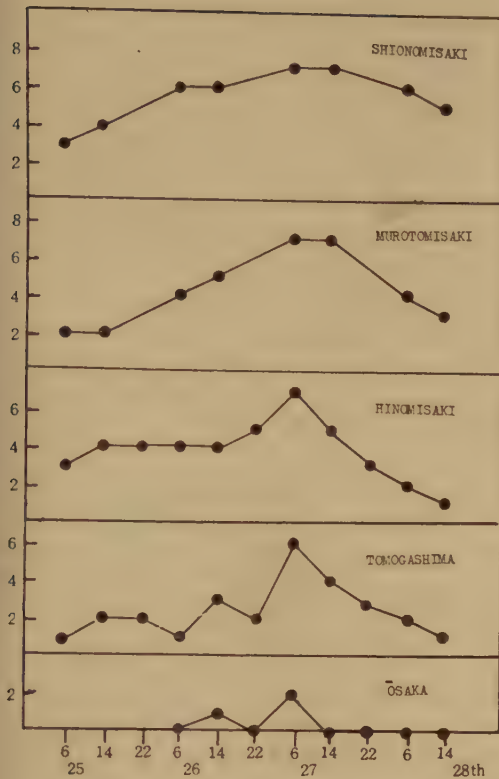


Fig. 4. Sequence of swell height caused by Typhoon 5615.

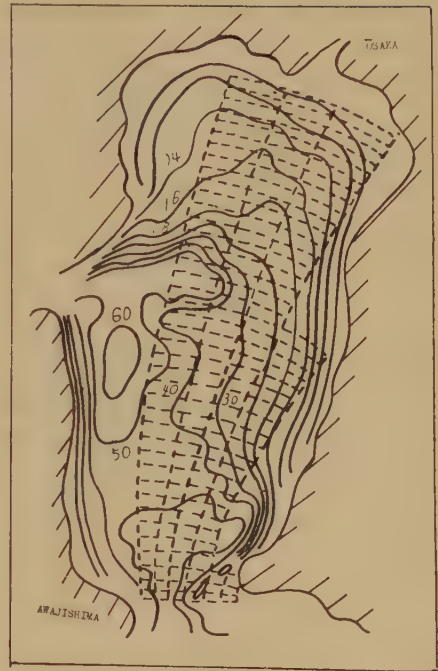


Fig. 6. Refraction diagram in Ōsaka Bay.

れるが、水深 10 m 以下の所でのエネルギーの発散もあり、またいそ波となるまでの海底まさつの影響も 10% 程度はあると考えられるから、これらを考え合わせるとうねりの波高は外洋での値の 10~20% 程度となるものと思われる。すなわち外洋で波高 4 m のうねりは大阪湾内にはいり、いそ波となる直前の水深 7~8 m の所では波高 60 cm 程度となるであろう。そこで阪神沿岸の屈折図を使っていそ波の波高を求めると、高い所でも 1 m 程度のものとなる。したがっていそ波としては阪神沿岸では風波によるいそ波のほうが重要であろう。

3. 風波によるいそ波

深水波からいそ波となるまでの海底まさつによる波高の減小は小さいと考えられるので、大阪湾の各方向別の風速 15 m/sec および 20 m/sec の場合の深水波としての波高を第 1 表のごとく求め、これ以後はいきなり屈折図を用いて、いそ波としての波高を計算した。海図は、1953 年に最後の修正をしたやや古いものであり、このために屈折図はやや目の荒いものとなった。

(1) 住吉川より新淀川に至る間のいそ波

(a) 神崎川河口尼崎付近

第 7 図はこの場所の屈折図で、南西からの波浪によるものである。第 2 表はこれによる波高の計算値である。

また、砕け波の起こる深さを付記したが、海図の目が荒

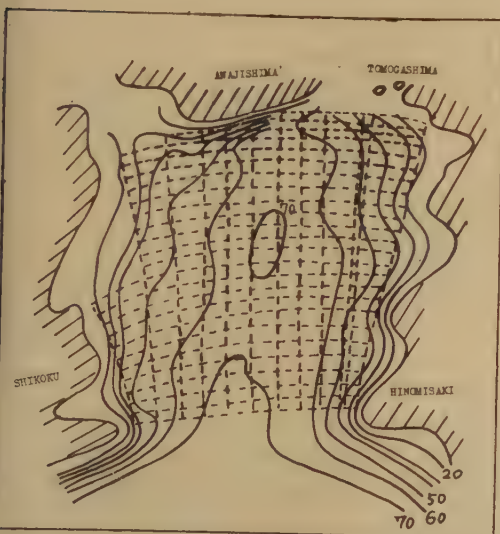


Fig. 5. Refraction diagram in the Kii Channel. Full line indicates the contour of the depth of water and broken line the refraction diagram.

Table 1. Characteristics of sea wave classified according to the wind velocity at Ōsaka Bay

Wind direction	Wind speed (m/sec)	Wave height (m)	Period (sec)	Wave length (m)
SW-NE (60 km*)	20	2.4	7.4	42
	15	1.3	5.2	21
S-N (35 km*)	20	1.7	6.6	34
	15	0.9	4.5	16
E-W (45 km*)	20	2.1	7.0	38
	15	1.1	4.9	18

* distance to the coast.

Table 2. Calculated wave height of surf by the southwesterly wave in each section shown in Fig. 7

Section	1 ¹⁰		2 ¹⁰		3 ¹⁰		4 ¹⁰		5 ¹⁰		All sections		Value converted to depth of 1 m	
Wave height of surf (m)	2.3	1.2	2.0	1.0	3.6	2.0	5.0	2.8	5.0	2.8	2.9	1.7	4.3	2.4
Depth of water at point for calculation (m)	2		2		2		2		2		2		1	
Depth of water at starting point of surf (m)	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1

Left and right side numerals in the second and fourth lines indicate the wave heights caused by wind of 20 m/sec and 15 m/sec, respectively.

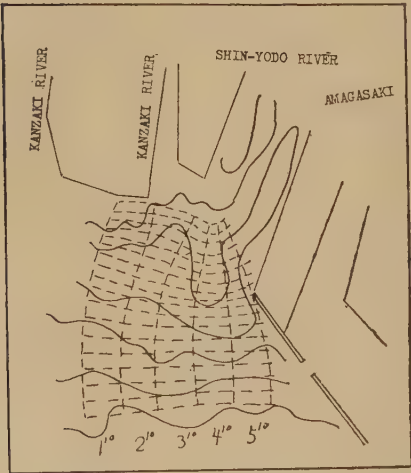


Fig. 7. Refraction diagram in the vicinity of Amagasaki and the Kanzaki River.

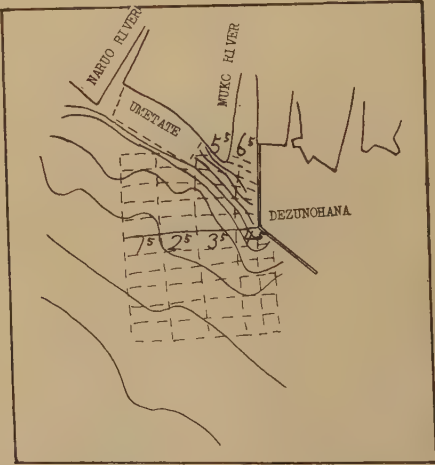


Fig. 8. Refraction diagram for southerly wave in the vicinity of the Muko River.

く、第2近似までとっても意味がないので第1近似まで求めたものを記した。図中の地域区分は屈折図のものと同じである。また左側は風速 20 m/sec、右側は風速 15 m/sec に対する値である。これによると神崎川河口では

相当大きな収束があり、特に尼崎市方面で顕著である。

(b) 武庫川河口出洲の鼻付近

第8図はこの場所の南からの波浪に対する屈折図である。第9図は南西および南東からの波浪による屈折図で

Table 3a. Calculated wave height of surf by the southerly wave in each section shown in Fig. 8

Section	1 ^s		2 ^s		3 ^s		4 ^s		5 ^s		6 ^s	
Wave height (m)	1.6	0.9	1.6	0.9	1.6	0.9	1.8	1.0	1.5	0.8	2.0	0.8
Depth of water (m)	3.3	2.0	3.3	2.0	3.3	2.0	3.3	2.0	3.3	2.0	3.3	2.0
Depth of water at starting point of surf (m)	8		7		7		7		1		1	

Table 3b. Calculated wave height of surf by the southwesterly wave in each section shown in Fig. 9

Section	1 ^s		2 ^s		3 ^s		4 ^s		5 ^s		6 ^s	
Wave height (m)	1.2	0.6	3.4	1.8	4.1	2.2	2.2	1.2	2.4	1.3	2.4	1.3
Depth of water (m)	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1
Depth of water at starting point of surf (m)	1		1		1		5		5		5	

Table 4. Calculated wave height of surf by the southwesterly wave in each section shown in Fig. 10

Section	1 ^r		2 ^r		3 ^r		4 ^r		5 ^r		6 ^r		7 ^r		8 ^r	
Wave height (m)	3.1	1.3	3.1	1.3	2.6	1.1	2.6	1.1	2.6	1.1	2.7	1.1	2.8	1.2	3.0	1.2
Depth of water (m)	1		1		1		1		1		1		1		1	
Depth of water at starting point of surf (m)	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1	3.4	2.1

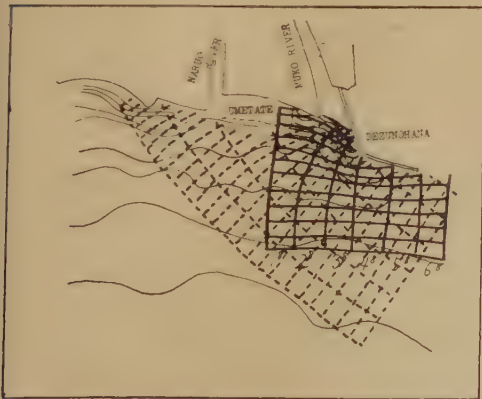


Fig. 9. Refraction diagram for southeasterly wave (thick full line) and southwesterly wave (thick broken line) in the vicinity of the Muko River.

ある。これによると南東からの波に対しては発散の傾向があるのに対して、南および南西からの波に対しては収

束があり、特に南西の場合に収束が大きい。南および南西の場合のいそ波の波高を第3表に示す。

これによると水深が異なるので波高の比較はしにくい。が屈折図から出洲の鼻付近では収束が大きく、これより西側では発散がある。出洲の鼻付近は水深1mの波高に直せば相当高くなるはずである。

(c) 鳴尾川西方より住吉川に至る間

第10図はこの屈折図である。いそ波の計算値は第4表に示す。これは南西からの波によるものである。

これによると住吉川東岸の魚崎付近では収束がやや見られるがそれ以東ではいくぶん発散の傾向があり、波高は多少低くなっている。

以上(a)から(b)までを通じて言えることは、南西からの波に対しては魚崎付近の新淀川・神崎川河口では波高が相当高まり、また武庫川河口の出洲の鼻付近でも波高が高いが、武庫川から芦屋付近にかけては発散があつて波高は高まらず、住吉川東岸の魚崎付近で再び波高が高まる。南西からの風の場合大阪湾では吹送距離が

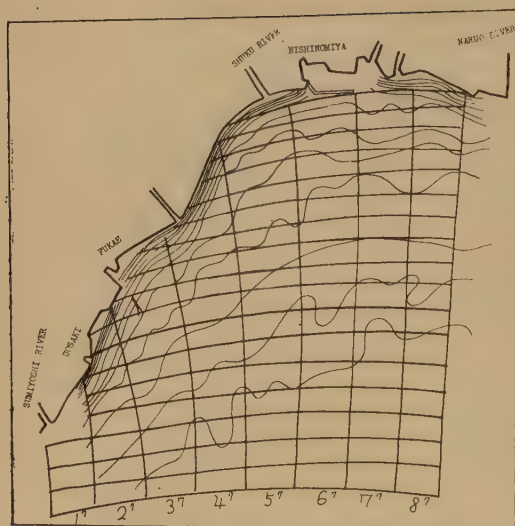


Fig. 10. Refraction diagram near the Sumiyoshi River and the Naruo River.

最も長く、波は高くなる。また北風の場合はこの付近では吹送距離が短いので波は立たず、東および西からの風に対しては第9図の例にもあるごとく、波のエネルギーは発散して波高は低くなる。

(d) ジェーン台風による高潮被害図との比較

上記の結果は波浪観測の分布図が無いために実測によって確かめることができない。便法としてジェーン台風時の高潮被害図(第11図)と比較すると、いそ波の最も高まる尾崎付近は被害が最も大きく、高潮の浸水等深線3mの線が深く入り込んでいる。これは武庫川まで達しており、武庫川西岸では等深線は無いが床上浸水地域が西に行くほど海岸近くまで後退し、その西の高潮等深線と連絡している。この等深線は西に行くほど低くなり、魚崎付近では、等深線はわからないが再び床上浸水区域が広がっている。これらの傾向は屈折図によるいそ波の波高の計算とよく一致している。もっともこれは高潮によるもので、波浪の被害図ではないが、高潮に波

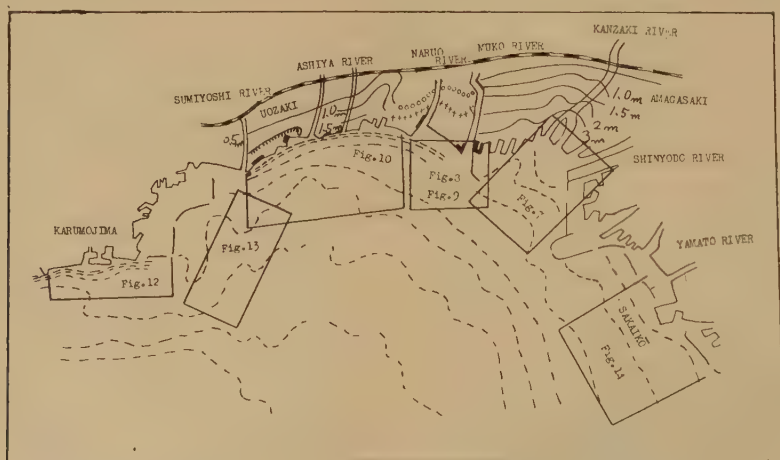


Fig. 11. Damage chart of storm tide caused by Typhoon Jane.

- contour of depth of storm tide.
- contour of depth of water.
- ++++ border line of flooding over floor.
- oooo border line of flooding under floor.
- position of dike broken by the storm tide.
- Quadrangles indicate the areas enlarged in each figure.

浪が重なったものである。高潮は入江の奥で高く、波浪はみさきのように出張った所で高い。この点では尾崎付近は高潮が高いはずであり、また地盤の非常に低い所であるから、この点では波浪より高潮のためとも考えられる。しかし魚崎方面は地盤も低くなく、土地も出張った所であるから、波浪の影響とも考えられる。実測が無い

ので不完全な比較しかできないのは残念であるが、次第に観測も始まる傾向にあるので、その結果を待ちたい。

波頭が2~3mの水深の所で砕け始めると波高はこれ以上高まらない。したがって遠浅の海岸では砕け波の影響はあまりないと考えられるが、阪神方面では岸近くまで深い所が多く、場所によっては風が吹くと波が鉄

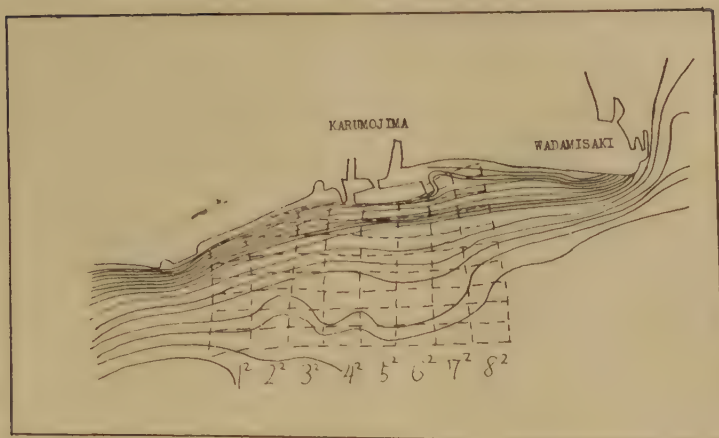


Fig. 12. Refraction diagram in the vicinity of Karumojima.

Table 5. Calculated wave height of surf in each section shown in Fig. 12

Section	1 ^a		2 ^a		3 ^a		4 ^a		5 ^a		6 ^a		7 ^a		8 ^a	
Wave height (m)	1.6	0.9	1.4	0.7	2.0	1.1	1.8	1.0	1.8	1.0	1.9	1.0	1.9	1.0	1.9	1.0
Depth of water (m)	1		1		1		1		1		1		1		1	
Depth of water at starting point of surf (m)	2.8	0.8	2.8	0.8	2.8	0.8	2.8	0.8	2.8	0.8	2.8	0.8	2.8	0.8	2.8	0.8

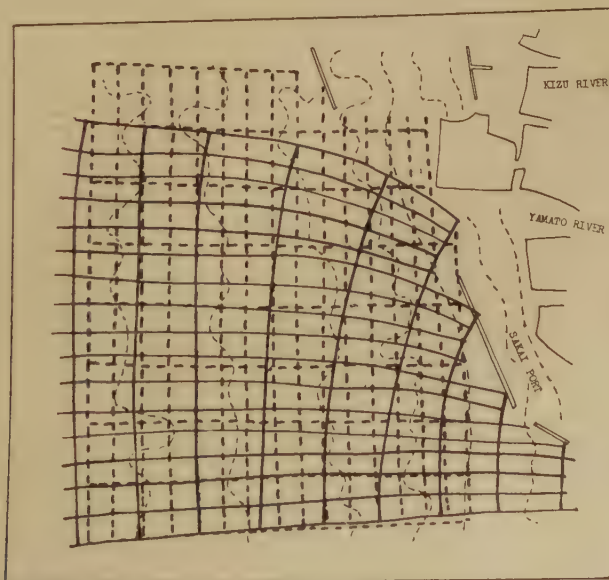


Fig. 13. Refraction diagram for southerly wave (thick full line) and westerly wave (thick broken line) in the vicinity of the port of Sakai.

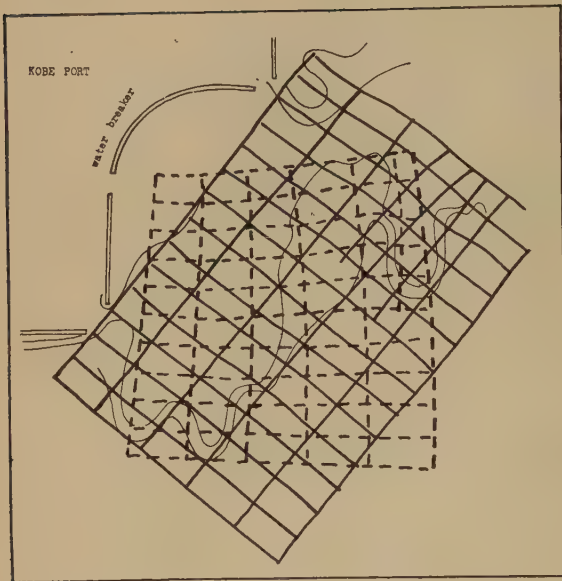


Fig. 14. Refraction diagram for southwesterly wave (thick full line) and southerly wave (thick broken line) out of the breakwater in the port of Kōbe.

道線路を洗い、また岸壁の石炭を押し流してしまうほどである。また波浪の被害の大きいのは高潮と重なった時であり、この時には砕け波は岸のすぐ近くあるいは岸の上で起こるから砕け波の計算は必要となる。

(2) 神戸市南岸荻藻島付近

第 12 図にこの場所の屈折図を、また第 5 表に計算された波高を示す。

この付近ではやや収束がある上に、これよりさらに広い範囲の屈折図によると、やや沖合からの収束もあるから、南風に対しては波高が高まる。これに対して第 9 図および第 13 図のごとく、岸に平行に動く波の場合には発散して波高が低くなるから、荻藻島付近でも東および西風に対しては波高が低い。神戸市では南風の場合、倉庫業者および荷役業者からひんびんと問い合わせがあるが、その他の風向の場合にはずっと少ないのもこれによるところが大きいと思われる。

(3) その他の場所

(a) 大和川・堺港沖

第 13 図にこの地域の屈折図を示す。この付近は海底地形がほぼ直線状の等深線を示しているために西からの波に対しては収束も発散も起こらない。また南からの波に対しては発散により波高が減少する。

(b) 神戸港防波堤外側

神戸港防波堤沖のやや海底地形の複雑な場所の屈折図を第 14 図に示す。水深が深いために屈折の影響は少ないが、それでも収束する所があり、その位置は波の来る方向によりやや異なっている。

この調査をするにあたり神戸海洋気象台海洋課長菱田博士のご助言をいただいたのでここに感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) U. S. Hydrogr. Off. (1944) : Breakers and Surf. Principles in Forecasting. U. S. Hydrogr. Off. H. O. Pub. No. 234. (中野猿人訳 : 地球物理学文献抄, 6, 114~138; 139~156.)
- (2) H. U. Sverdrup and W. H. Munk (1947) : Wind, Sea and Swell ; Theory of Relations for Forecasting. U. S. Hydrogr. Off. H. O. Pub. No. 601. (中野猿人訳 : 地球物理学文献抄, 3, 171~190; 264~270 ; 314~333 ; 383~421.)
- (3) W. J. Pierson, Jr., G. Neumann and R. W. James (1955) : Practical Methods for Observing and Forecasting Ocean Waves by Means of Wave Spectra and Statistics. U. S. Hydrogr. Off. H. O. Pub. No. 603. (久保時夫・磯崎一郎共訳 (1957) : 大洋の波の新しい予想法. 気象協会, 176 pp.)
- (4) 横浜地方気象台編 (1960) : 東京湾の波浪. 日本海難防止協会, 81 pp.
- (5) 菱田耕造 (1959) : 海の波. 海洋気象学会, 84 pp.

(1960 年 7 月 25 日原稿受理)

No.17

尼崎の地盤沈下について (I)

特に潮位との関係

神戸海洋気象台 菱 田 耕 造

On the Subsidence of Ground Level at Amagasaki Region,
especially with the Relation to the Tidal Level.

Kobe Marine Observatory Kozo HISHIDA

ABSTRACT

In order to study the phenomena on the subsidence of ground level at Amagasaki, Hyogo Prefecture, the survey by leveling and the observation by the subsidence meter have been carried out by the agencies concerned. The tidal observation, moreover, has recently been utilized in the suitable accuracy enough to consider the change of ground level. In this first report, the author intends to introduce this problem by summarizing the results obtained by the level survey and then to point out the some relations of the subsidence of ground level to the water amount pumped out and the tidal level not touching into the mechanism of the subsidence.

は し が き

大阪市西部海岸方面ならびに隣接する尼崎市南部一帯における地盤沈下の問題はかなり古くからとり上げられているが、終戦後は沈下速度が著しくなり、特にこれらの土地が工場の密集する生産地帯であり且低地であるのでその対策も真剣に研究され、大阪湾港湾技術調査会⁽¹⁾その他関係機関の調査研究は数多くの報告⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾として出されている。

筆者は昭和33年兵庫県土木部の依頼により、尼崎の地盤沈下について考えて見る機会を得たので、屋上屋を重ねる観があるが一応過去の沈下状況を概観するとともに正確な潮位観測も得られるに至ったので地盤沈下と潮位との関係を調べて見た。地盤沈下の機構についての考察は次の機会に譲ることにして第一報ではこれらの概要をまとめて報告する。

1. 沈下の概況

尼崎市の南部における地盤沈下はかなり古くから起り、その住民は年々潮位が上昇すると言いつていた。地盤沈下の現象が目立つて大きく認められる様になつたのは昭和3年頃からであつて、尼崎市役所では昭和7年から全市域に亘り数十の地点をえらび、毎年1回づつ精密な水準測量を実施し、その状況の把握に努めて来て今日に及んでいる。その測量成果を Fig. 1 にまとめて見た。先づ同図(1)の如く、昭和7年より昭和28年の21カ年間の年平均沈下量は概ね数 cm 程度で、北に小さく南に大きく海岸付近では6~7 cm である。なお参考のため尼崎市における土地の等高線(O. P. 上)を画くと Fig. 1(5)の如くなるが、この様に低地帯であるため、地盤沈下の脅威は尼崎市のあらゆる分野に重大な関心を与えていると考えられる。



Fig. 1. The amount of subsidence by the leveling survey conducted every year.

然し乍らこの間必ずしも一様な沈下を示しているのではなく、Fig. 1(2)の如く昭和14年より同16年の間では年平均の変化量は沈下が10 cm をこえる所もあり、逆に一部では隆起を示しておるし、又 Fig. 1(3)の如く昭和18年より昭和23年に至る戦禍の影響がはげしく生産が衰微した期間では年平均の変化は最大 2.5 cm までであつて、海岸付近及び神崎川付近においては沈下し、その他はむしろ隆起しているのである。然るに最近5カ年間即ち、昭和28年より昭和33年に至る間には Fig. 1(4)に示す如く、10 cm の年平均沈下量を示す地点も多くなり、沈下がかなり活発となつて来た。特に海岸地帯においてその程度は著しく、5カ年間の沈下量は大阪曹達の測点では 67 cm を示し、ついで海岸地帯東部で 30~40 cm 程度、その北部神崎川方面で 10~20 cm 程度となつている。この間における毎年の沈下量は Fig. 1(6)~(10)に示す如くである。次に毎年の変化の傾向をわかり易くするために、主な地点における沈下の累積量を昭和27年を基点として図示すると、Fig. 2の如くになる。これから沈下速度は場所によつて変化の様子がかなり異り、又これらの測点は地域に応じてある程度グループをなしていることが見られる。

以上により同市一帯の地盤変化の概況がうかがわれるが、地盤変化には工場用地下水の汲揚げによる影響がかなり著しく及んでおることが看取されるし、又その場所が海岸に接近しているか否かの程度も関係が深い様に考えられる。

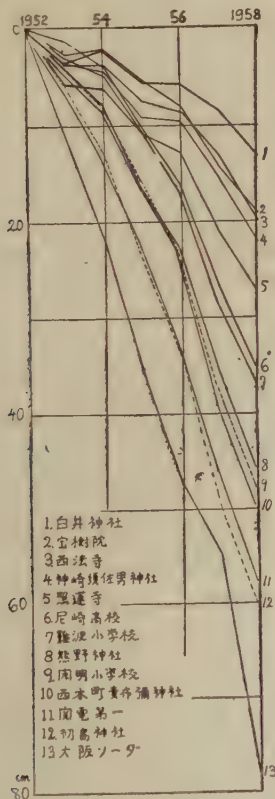


Fig. 2. The change of the amount of subsidence at several stations.

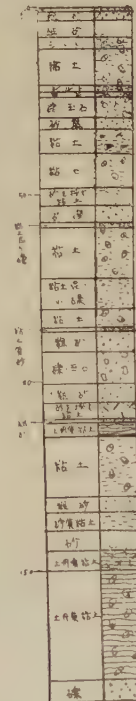


Fig. 3. The result of the geological survey.

2. 地盤沈下計による地盤の変化

地盤沈下計は東浜町と西海岸町（位置は Fig. 1(5) に各々 A, B で示す）の2カ所に据えつけられ、昭和28年より観測が続行されている（実際はもう一つ鶴町にあるが、その資料は利用できない）。これはある深さに下部を固定した鉄管を建て、この外側にさらに鉄管を建てこんで、途中の層と内側の鉄管との摩擦をたつ様にしておくと、地盤が収縮した際に鉄管の頭は地表から抜け出るようになるから、この量を測定する事によつて鉄管下端より上層の収縮量即ち地盤沈下量を得るようにしたものである。なお深管は東浜町で 182 m、西海岸町で 57 m まで入れてあり、東浜町における沈下計設置場所の地質調査の結果は Fig. 3 の如くである。水準測量は年1回であるから、沈下の時間的な変化を知るには地盤沈下計に頼らざるを得ない。ただ海岸近くの2カ所に設置されているに過ぎないから、全貌を把握するまでには至らないのであるが、自記記録で刻々の様子が見えるから地盤変化の機構を知る上の良い手がかりとなり得るわけである。観測開始以来の両地点の沈下計による毎月の沈下総量を図に示すと、Fig. 4 の如くなる。なお昭和33年までの6カ年の月別の平均沈下量を次の表に示す。（単位 mm）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean
Nishikaigan	10.4	9.3	10.7	10.6	9.9	10.3	11.0	11.6	11.0	9.8	8.8	9.5	10.2
Higashihama	4.8	4.8	5.7	5.3	5.7	6.8	7.9	8.3	7.1	5.7	4.7	4.8	6.0

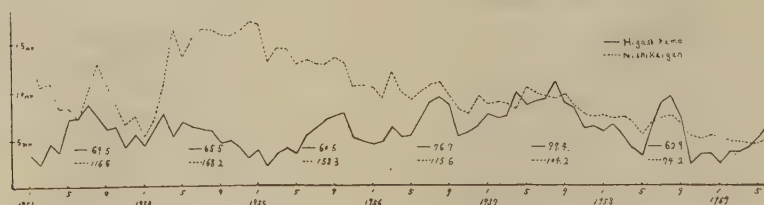


Fig. 4. The monthly amount of subsidence by the subsidence meter.
(Numbers indicate the yearly amount).

3. 潮位観測の成果

潮位の観測は Fig. 1(5) で C に示す位置にある県の検潮所で行われた資料がかなり以前からあるが、地盤沈下量を求めるために利用できるに至つたのは最近である。従つて昭和31年より同33年に至る潮位観測により、その間の毎月の平均潮位を求め、これと沈下計から得られた沈下量とを比較することにした。先ず尼崎と神戸における毎月の潮位平均値を画くと (Fig. 5破線) かなり変動がばいばいなので、月平均潮位のこの3カ年間の平均からの偏差即ち、月平均潮位偏差を同図に実線で示した。これらの値は明らかに上昇傾向を示しており、その値を計算すると尼崎で 14.8 cm/year、神戸では 2.8 cm/year が得られた。従つて尼崎の潮位上昇では明らかに地盤沈下によるものが著しいことがわかる。

次に地盤沈下の毎月の累積量を同図下方に示したが、これによると必ずしも一樣な変化ではないが平均して東浜町では 7.9 cm/year、西海岸町では 9.8 cm/year の沈下速度が認められる。従つて前節でのべた水準測量による結果と潮位観測による結果並びに地盤沈下計による結果とはほぼ大同小異である事になる。この様な結果は当然の帰結であるといえ興味深いことである。なおこれらの間に見られる若干の差異については、これらの値が得られた精度から見てこれらを吟味するほどの意味は大してないが、若干附言しておきたい。

先ず東浜における沈下計の深管は水準測量の結果この3カ年間に11.4 cmの沈下を示し、上述の7.9 cm/yearにこれを加えると東浜における沈下速度は11.7 cm/yearを示すことになるが、この値は沈下計のある関電第一の水準測量地点の3カ年間の平均10.7 cm/yearとかなり一致している。又西海岸町における検潮所はその近くの沈下計との間において検潮所球分体が年4 cm程度(この間の水準測量は昭和33年1月から行われるようになり同年9月までの値を基にして推定した)沈下しているから、潮位上昇は14.8 cm/yearからこの値を差し引いて11 cm/year程度になつてくる。ここで遺憾なことにはこの沈下計が東浜の沈下計の如く水準測量が実施されていないため深管の沈下は不明であるが、これと沈下計による沈下速度9.8 cm/yearと比較すると、1 cm/year程度深管が沈下することになる。ただし潮位上昇も変動が大きく、潮位の上昇量は統計学による5%信頼限界をとれば、12~17 cm/yearの範囲に入り、この様な細い議論は若干無理になつてくる。何れにしても沈下計の深管は両地点とも年々若干の沈下は免れ難いものと考え、今後沈下計1等水準点・検潮所間の水準測量を励行し、これらの数値を明らかに求めることを希望して止まないのである。

4. 地盤沈下の変化の様相

Fig. 3 で見られる如く毎月の沈下総量は両沈下計ともかなり変動している。この内東浜町のは夏季に沈下量が大きく、特に8月には年間の最高を示し、冬季には一般に小さくなっていることがうかがわれる。この様な傾向は西海岸では昭和33年を除き概ね見られ難い。この事は地下水の汲上げ、或いは地下水位にかなり密接な関係があると考えられるので、最近3カ年間に於ける毎月の沈下量と工業用水汲揚量及び鶴町における地下水位をFig. 6に画いた。これに

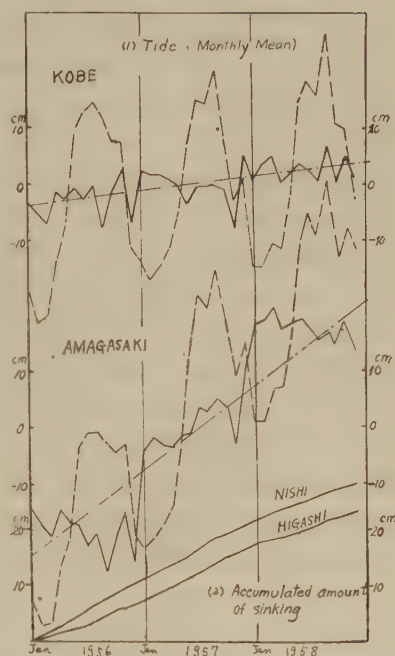


Fig. 5. The monthly mean tidal levels and the accumulated amount of subsidence.

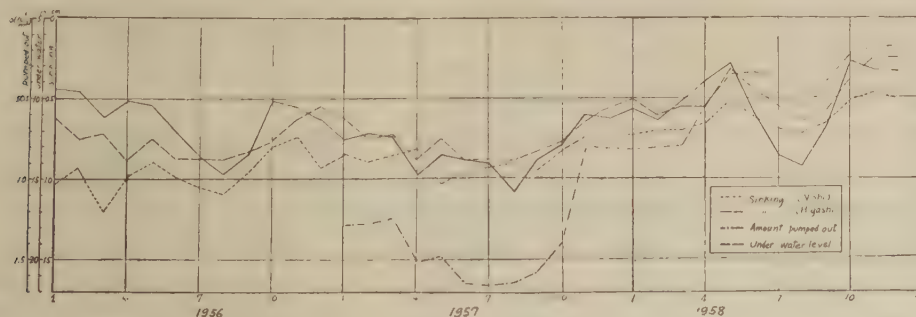


Fig. 6. The monthly amount of the subsidence, the water pumped out, and the underground water level.

よると、この期間の中工業用水道の開設された昭和32年11月以前は沈下量と地下水位との間には大まかにある程度の相関が見られる程度であるが、開設後は汲揚量が著減したため地下水位はかなり高まり、沈下量も減少傾向を示し、東浜沈下計の示す沈下量と地下水位との間になんまり著しい相関が現われる様になった。この傾向は西海岸町ではさほど著しくは見られない。次に沈下計による毎日の沈下量を曜別に統計すると、Fig. 7の如き結果が得られる。これによると東浜町においては一週間の内日曜日、月曜日には沈下量は著減し木曜日、金曜日に大きいし、西海岸町でも同様の傾向が或程度見られる。従つて工場用水揚水の使用が休日に著減し、そのため地盤沈下が若干の時間ずれはあるが或る程度恢復するのではないかと考えられる。なおこれは昭和32年における結果であるが、昭和33年についても同様の結果が見られる。一方沈下計の自記録から2時間毎の値を読みとり、時間別の沈下速度の月毎の平均を求め、これと潮位の毎時の月毎の平均値とをスケールは任意であるが一緒に図示すると、Fig. 8の如く潮位変化と地盤沈下変化との間に位相のずれはあるが著しい相関があることが見出される。潮汐の現象が地盤沈下に影響を及ぼすことは、この地域が海岸地帯である以上当然考えられることであるが当地方についてこの関係を明らかにしたものはない様であるからあえてここに指摘するわけである。さらに昭和32年12月23日から翌33年1月7日に至る間の潮位と両沈下計における沈下の記録とをFig. 9に掲げる。これから地盤沈下は一樣に進行するものでなく、沈下と上昇が次々と繰り返えされ、この現象に潮位の変化が如何に密接に関係してくるかという事が認められる。又この期間の中正月の前後には休日のため工場用揚水がほとんど停止するものと考えられ、その結果は東浜の沈下計には沈下とは逆に地盤上昇の傾向となつて表われ、東浜町では工場用揚水が地盤変動に密接な関係をもつ事になるが、西海岸町では依然地盤沈下が或程度進行している。

この事実は上述した地下水位と地盤沈下との関係や沈下速度の週日別の変化の傾向と共に、地盤沈下を惹起する原因として、地下水や、工場用揚水の他に、潮汐の変化も考えて良いのではないかと言う事を示唆する。なお以上の他に降水量、河川水位な

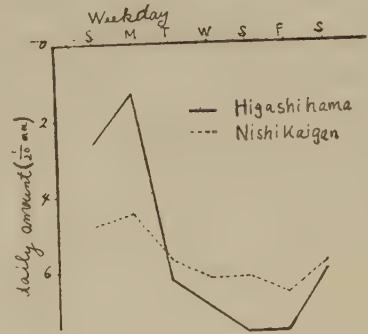


Fig. 7. The change of subsidence by the week day.

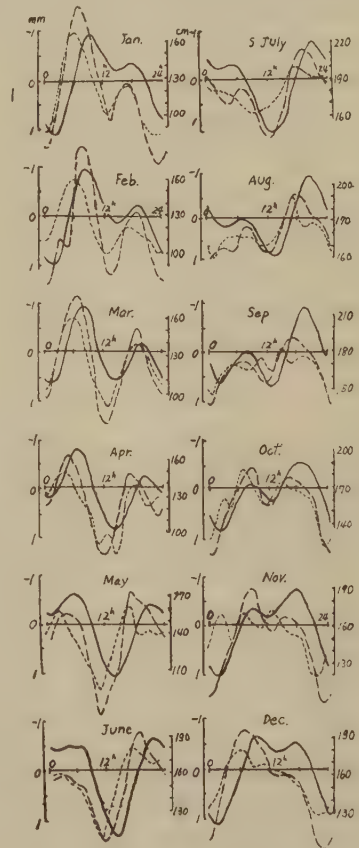


Fig. 8. The daily changes of the tidal level (full line) and the speed of subsidence (broken-Nishikaigan and dotted Higashihama) in every month.

どの陸水の状況も地下水位を通して地盤沈下に影響ありと考えられるが、適当な資料が得られないので省くことにする。

以上通観すると今までに沈下の原因については色々の説が発表されているが、沈下と潮汐変化との関係を地下水位との関係をも含めて究明することによって、地盤沈下の機構が或る程度明らかになるのではないかと考えられるのである。

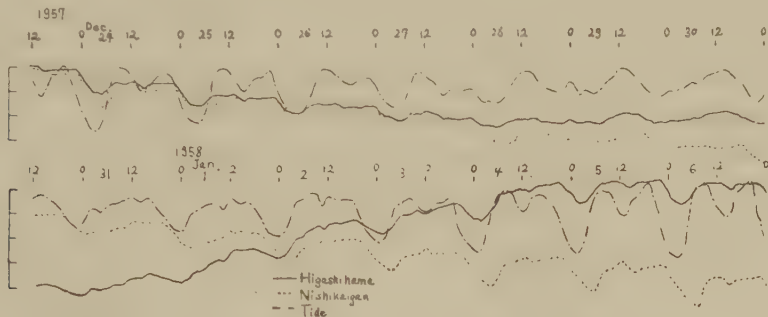


Fig. 9. The sequence of the tidal level and the ground level in the end of 1957 and the beginning of 1958.

要 約

以上第一報においてのべた事柄を要約すると、大体次の様なことが考えられる。

1) 水準測量による尼崎市の地盤沈下は過去20年間に毎年平均数 cm の程度である。然し年別に見るとかなりの差があつて、特に最近では沈下の程度が大きく、年間 10 cm を越える場所が拡がっている。

2) 地盤沈下計による地盤沈下量と潮汐観測による潮位上昇量を最近 3 カ年について比較したところ、共に年間 10 cm 程度でかなり良く合っている。

3) 地盤沈下の変化と地下水位並びに工業用揚水量と比較して見ると、東浜町において著しく、西海岸において或る程度の相関が見られる。

4) 然しながら、一方潮位変化がかなり地盤変動に影響を及ぼしていることも、両者の毎時の値の比較からうかがわれる。これらの関係に深く立入ると、沈下の機構を知る上に若干の手がかりが得られるものと考えられる。

本文を草するにあたり、兵庫県土木部芝田技師、並びに神戸海洋气象台古沢技官、育英高校松山教官(当時神戸大学学生)その他の方々の御世話になった事を深謝する。

文 献

1. 大阪湾港湾技術調査会(昭和27年-30年): 事業報告書
2. 尼ヶ崎市役所(昭和29年): 地盤沈下の状況とその対策
3. 傍島 湊(1956): 大阪、尼崎の地盤沈下とその対策 土木学会誌 Vol. 41 No. 8 p. 67.
4. 松平康男, 川本強雄(1954): 尼崎地盤沈下に関する研究 海と空 Vol 30, No. 1 & 2 及び Vol. 30, No. 3.

堀口先生の白髪物語

広島大学 松 平 康 男

私は旧気象台に永年お世話になり、其間に永久的な素晴らしいメツキを皆さんからかけてもらい、もとの畑の水産に帰り、それも大学の先生に迄育てていただいたのです。実はもつと永く気象台に勤めて国民に奉仕したかったのですが、気象台にも若い有為な方が増して来た様に思えたので先輩親友の了解を得て個人的な遠慮心を通さしていただいた訳です。「気象台で金メツキをかけて」と言うことは、気象台在勤中物理屋さんに交わり、ことに堀口先生の様な物の理の権化の様な先生に接することが出来たからです。又此の事の保証の程は公私に深い御恩を受けた故岡田武松先生にいただいたのです。それは気象台を去るにつき、千葉県下布佐町の御病床中の先生に御挨拶に参つた時、先生は全く再起もかなわぬと見られる程の御病状であり、お顔を拝し、嗚呼是が先生との久遠なお別れの対面になるのではないかと思え胸に涙がこみ上げて来た程でした。この折「君はこれから大学に行くのか、水産のね、それでは気象台に居たことが君の役に立つね」とのお言葉を先生から賜つたのです。私は気象台で皆さんにコーチ、コーテングしていただいたことを身に沁みて感じて居る訳ですから、それを先生に迄も知つていただき、且外部に転出するに際し、先生にも安心していただいたと思つた途端に胸の涙は眼から飛び出して終い咽びつつ御礼を申し、席を飛び出してお別れして終つたのでした。岡田先生は今何処で「良かつたね」と言われた点を見ておられるかしら。そこで堀口先生の猛獣の使い（私が鍛えられることの意）ぶりですが、その二、三を紹介に及びます。第一は岡田先生に命ぜられて神戸へ着任した折のことで、私は岡田先生が台長であると知っているので神戸へ着いて最高技師の堀口先生宅へ就任の御挨拶に参り出しました所、「ひさかた」に久保君も体験談をしておられるのと同じく、先生は玄関にもつさりと出て来られて「僕は知らぬよ」と言つた挨拶で「何を言うかこのくそ親父メ」と心に思つて終い、アーそうですか、岡田先生が行けと言われたので来たのですが、それでは失礼しますと、ソソクサに出かかると「一寸待つて」との事で待つて居ると暫くして又出て来られ、役所迄同道してくれ、とのことで従つて行き、台長室で待たされました。すると間もなく墨の乾かぬ辞令を渡され、「電報が来て居たのでね」と言つたことで初顔合せのためここでは「何抜かすか」と言つた腹中喧嘩で終んだ。第二は先生は物品購入の請求書類でもキチンと見て印をおされ、メツタに所謂盲目印は押されない性であつた。或日、台長室に呼び出され私が請求した海洋課で使う採泥瓶の請求書を見乍ら「君何日から泥と言う字は「シ」になつたのかね」と言う叱る様な、小馬鹿にした様な質問をかけられ「へー昔からです」と返答すると「泥」と言う字は土偏だろうとのこと、一寸ドキマギし、指で掌に書いて見るとそうでもありそうで「ハースミマセン」と言つて室に帰つて来てすぐ辞引を見るとやはり「シ」である。そこで直ちに台長室へ乗り込み「泥はやはり昔から「シ」の筈ですが、先生は小学校の時から土偏に書いておられたのですか」と浴びせかけると、すぐ眼鏡をはずし辞書を見ておられたが「妙ダネ」との言。物理的には妙である。泥は水ものでないので。「エヘ…。スミマセン」とあざ笑つて退室。私は若いし、相手は喧嘩に不足ない技師。第三話は私が結婚媒約をしてやつた故本橋君が満州に転出する折、同君の奥さんが将来親にも簡単に会えぬので、主人より一足先に福岡の故郷に帰り父と会い、門司で主人と落合うから、

No.18

表面水温について

神戸海洋気象台 小 長 俊 二

The Water Temperature at the Sea Surface

Kobe Marine Observatory Shunji KONAGA

ABSTRACT

We mentioned that the water temperature of the sea surface did not indicate the same value according as the different way of the measurement; with sea water thermometer, bathythermograph and thermograph. Though these included, of course, the personal error, we supposed in the most cases that there were any other conditions to make differences between them.

One of them was a vertical gradient of temperature near the surface and the other was lowering of temperature by means of evaporation of the water from the thermometer and it did behave as if they were hygrometer.

In this paper, we show the some examples and study the reason for the phenomena showed above.

1. 緒 言

表面水温は日変化や天気の影響などにより深いところに比して複雑なために、利用上いろいろな点を考慮しなければならぬ。しかし実際には最も多く測定され得るもので、BT が使用されるようになってからはその重要性も増して来たように思われる。ここで表面水温について考えることも無意味ではないだろう。筆者は BT や自記水温計に記録された表面水温、実測水温、更に 10 m 層における BT と転倒温度計による値の関係から BT による水温の精度について考えてみた。

2. 転倒温度計と BT

表面水温はズツクのバケツで採水し、棒状温度計で読み取っている。BT の読み取りはこの水温で表面水温を調整して行われている。10 m の深さでの転倒温度計と BT による値を比較してみると第 1 図のようになる。これは 1956 年 8 月から 1958 年 3 月までの約 450 点の資料によって求めている。一般に 0.15°C ほど転倒温度計によるものの方が高くなっている。しかし水温の上昇する季節には BT の方が著しく高くなる場合もある。これは水温の垂直傾度が大きいために、 $10\text{ m} \pm 50\text{ cm}$ で測定される転倒温度計の深さの差に原因するものと、第 2 図 (C) に示されたような表面水温の示度の不明瞭さにも原因がある。(C) では 10 m 付近での 50 cm 程度の深さの差が、水温差をもたらす事も示している。したがって水温上昇期のバラツキは以上の 2 点に存在するものと考えられるが、水温下降期の偏差は上記に比して比較的単調になることが考えられ、実際第 1 図での点のバラツキも一様に右偏して、BT の値が低いことを示している。したがって、これは第 2 図 (a) に見られるような表面の極く薄い層での水温の低下が BT の記録に出難いための、もしくは表面水温測定中の冷却によるものと考えられる。

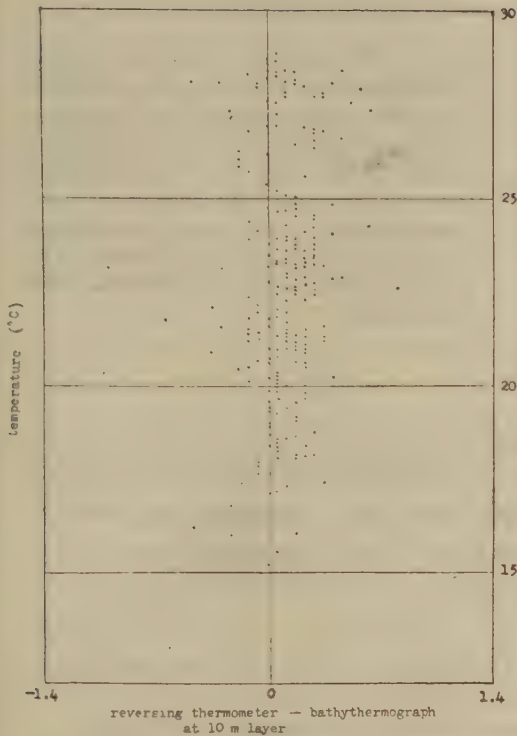


Fig. 1. A relation between the temperature measured with bathythermograph and with reversing thermometer at the depth of 10 meter.

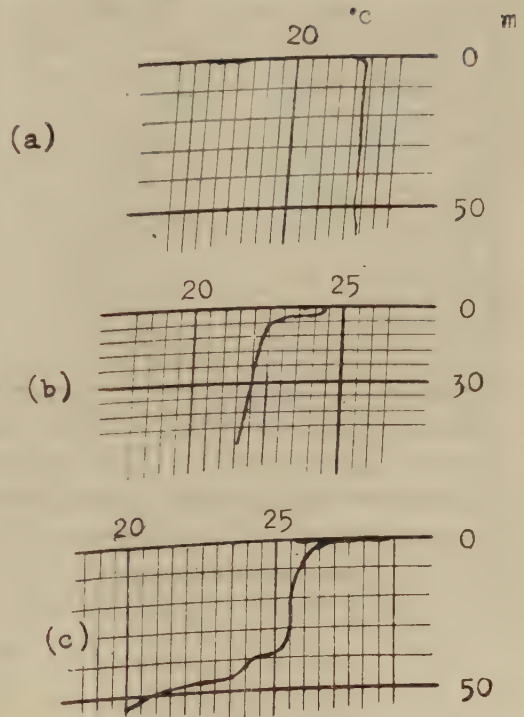


Fig. 2. Bathythermographic records. (a): in Autumn, (b): in Spring, and (c): in Summer.

3. 表面における BT の読取り値と実測値との差

ここで読み取り値と言うのは、グリッドの調節ネジを固定して読み取った値のことで、器械誤差や読取誤差がなければ実測値との間に常に同一の差を示すべきものである。この差が常にフラついていることから、筆者は観測の方法による差があるのではないかと考えた。(A) BTで測定を行う際に船が半速で(約4ノット)で走っているときと、停止しているときの2つがあり、停止しているときには(B)各層の観測を行うときと、(C) BTのみを行う場合がある。この三つの場合に表面採水の方法が若干異なるわけである。第一の場合(A)では船による攪乱はあつても比較的表層の水を汲みあげる。(B)の場合には表面採水の常識として1m程度の深さまで採水バケツを入れて採水するために、かなり深い層までの水を混合して来る。(C)の場合には、BTの記録と表面水温を合せる必要上できるだけ表層近い水を汲みあげる。場合によつては(B)と同じ様になることもあるが、比較的その例は少ない。(BT—実測値)を第1表に表示した。この表では(C)のとき差が0であるとして他の2者の差を出している。この資料は(A)と(B)が各々全体の約5%で(C)が1%含まれている。この表を見てわかることは、秋即ち水温下降期に差が大きく出ていることである。これは第2節第1図に示した秋の偏差が比較的小さいが、同一値付近に集中していると言うことから、充分に考えられることである。水温上昇期ではバラツキの絶対値は大きい、正負両側にバラツキているために平均すると小さい値になることも考えられる。BTの記録に目を移して見ると、第2図に示された如くである。(a)は秋期

Period	Ship sailing (A)	Ship drifting	
		(B)	(C)
Aug. 1956	-0.08	-0.07	0
Nov. 1956	-0.22	-0.24	0
Mar. 1957	-0.04	-0.16	0
May 1957	-0.02	-0.04	0
Aug. 1957	-0.03	-0.04	0
Nov. 1957	-0.10	-0.21	0
Mar. 1958	-0.02	-0.09	0

Table 1. The temperature difference, caused by the way of the measurement, between with sea water thermometer and with bathythermograph without correction : (C) is reference value. In this table, (A): On board sailing ship. (B): on board drifting ship and water sampling made from about one meter beneath the sea surface. And (C): on board drifting ship and water sampling made from the depth of 0 meter.

の観測のものであるが、実際には表面でのこの程度の小さな変化もほとんどみられなくて、表面から均一温度になっている。しかし、表面水温と、転倒温度計による 10 m 層の水温との間には約 0.2°C 前後の差があることは他の方法で認められている。更に塩素量の上から考えても、表面と 10 m との間には第 2 表に示すような差があつて表層の塩素量が高くなることが認

Period	Mean value of difference (%)
Nov. 1955	0.025
Nov. 1956	0.016
Nov. 1957	0.000
Nov. 1958	0.005

Table 2. Chrolinity difference between the depth of 10 meter and the surface in Autumn when water evaporated from the surface is greater than in any other seasons. (surface-10m)

められる。又日本近海では秋に蒸発量が最も大きいことが知られている⁵⁾。簡単な計算によつて、蒸発によつて 0.01% の塩素量が増加するときには水温が約 0.3°C 低下するのでここに示した数値が実証されるものと思う。BT の記録にこの値が出ないと言うことは、 0.2°C 程度では線の太さと温度に対する追従能力の不足から記録に表われないものと思われる。したがつて BT の記録で表面水温と思われるところは実際より高く出ているために、10 m 以下の水温が低く出るものと思われる。第 1 図における偏りの原因はこのあたりにあるであろう。

一般に知られている如く、静穏な日では外洋でも表面水温は 2°C 程度の日変化があると言われている¹⁾。

第 2 図 (c) は夏期の記録であるが、一般に鉛直傾度が大きい上に、この日変化の影響のある場合には更に傾度が増大することも考えられる。バルチック海で Kurt Kalle⁴⁾ が、電気水温水深計を使つて水温の垂直分布を測定しているが、春から夏にかけての水温上昇期に表面近くでかなり大きな傾度を測定している。第 3 図はその図をそのまま引用したものである。外洋とは多少条件は異なるとしても、1 m までに約 0.5°C 、それから 1 m 下までにさらに 1°C 以上の変化をしていることは表面水温を考える上には重要なことである。これに類似した記録は BT にもしばしばあらわれている。第 2 図 (c) では線の太さのためどこまでが水温を示しているのかはつきりしないために第 3 図のようなきれいな結果は出ず、かえつて誤差を生む大きな原因となつている。第 1 図で水温の高いところで、正負にかなり大きなバラツキがでているのは、第

2 図 (c) のような場合の表面水温の決定の困難なことによる。すなわち測定された表面水温と、BT の記録で表面水温と指定した値の間に一定の関係が存在しないし、簡単な補正もできないので、誤差は大きくなる。この節の第 1 表に示された値が——以上の理由があるにもかかわらず——小さいのは、日変化が強く出る静穏な状態が比較的少ないことに原因があるものと思われる。そして前にも述べたように、あやまりの生じやすいときには正負両方にバラツクので、平均値は小さな値をとるものと思われる。それに反して秋には冷却が蒸発によ

る場合には日変化の影響はほとんど考えられず^{5,6)}、表面水温が冷却されるために生ずる差であるので、ある一定した差がはいると考えられる。したがって、BT の値の補正值を求めるためには比較的簡単な計算で可能である。全体として考えるときの補正には、観測時における天候、風の強さ、波浪の高さ、時刻等を考慮した上で行われるべきであるが、資料が少なすぎるのでここでは取り扱わない。

4. 自記水温計にあらわれた記録

自記水温計を用いて水温を記録する場合に、棒状温度計を用いた実測値との間にその差が種々の変化を示している。次の 2 つの場合を考えてこの事を解明して行きたい。1 つは船が波のために揺れたときに記録の巾が広くなり殆んど 1°C に達することである。他の 1 つは平穏な海面で船の吃水が浅くなつたときに生ずることである。すなわち船の航海中と停止時で同一水温に対する示度が異なるということである。

先ず前者について考える。波で振動の大きいときには水温計のみならず、気圧計も海流計も記録の振巾は大きくなることは経験的に知っている。そして気圧は実際に船の上下により変動するし、海流計の方は電極の上下運動による起電力の変化が記録されていて、単に船の上下運動によるための慣性的なものばかりではないことがわかる。したがって水温の場合にも何か原因があると考えられる。その 1 つには温度の垂直傾度が大きいとき揺れることによるための温感部の深さの変化がそのまま水温の変化に結びつくことが考えられ、もう一つは、船が傾いたときに温感部が水面より露出してあたかも湿球のようになりそのために示度が低下することが考えられる。しかし風が強く波の高いときには混合も強く行われるので、船の傾斜で起る深さの変動の間に 1°C 近い水温の変化があることは考えられない。したがって第 2 の場合のみが考慮に値する。第 4 図には風速と振巾の関係を示している。 $0.3^{\circ}\text{C}\sim 1.2^{\circ}\text{C}$ の間で風速の増大に伴つて振巾の大きくなる傾向がみられる。しかし、風速と波浪が直接比例関係を持たないこと。したがって船の傾き方も風速のみに支配されないこと。更に船の進行方向と波の方向も傾きの大きな要素となるので、あまりきれいな関係は出ていない。第 5 図 (a) には風速の増大につれて振巾が徐々に増大するさまを示している。(b) は波の高いときの航行中と停止時の振巾の移り変りを示している。停止したとき航行中との間に最大値はほとんど変わらないが最低値が

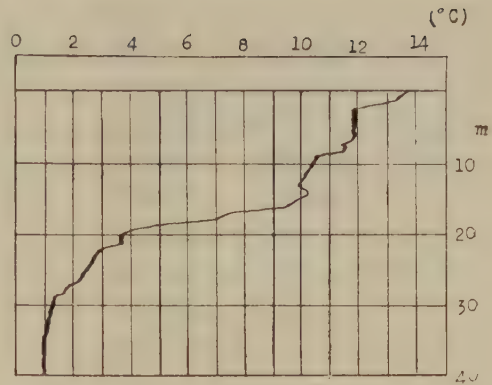


Fig. 3. An electric bathythermographic record in Baltic Sea in early Summer, after Kurt Kalle. (1953).

やや上昇していることが認められる。

(c) 図は船の吃水が浅いときの模様であり、記録線の上側に示した数字は船速を半分ににして BT で測定を行った際、又は海洋観測のため船のとまつたときの実測値で、下側の数字は各正時における海上気象観測の際の水温実測の値であり船は通常に航行している。したがって記録値でみると航行中と停止中で約 2°C の差が生じていることが直ちにわかる。このことを考えてみると、吃水が浅いと言うことは温感部の位置が高くなり、空気に接触する機会も多くなることで、温感部が湿球の役割をなすために記録が低下すると言うことができる。これは温感部を保護する目的のために船側に枠をつけているために生ずる現象である。もしこの変化に水温の垂直変化が関係しているとすれば、夏期には航海中の方がむしろ水温の上昇がみられてもよいはずであるが、そのような記録は今のところ存在しない。したがって (a) (b) にみられた振巾の大きき結局は湿球化することによる記録の低下

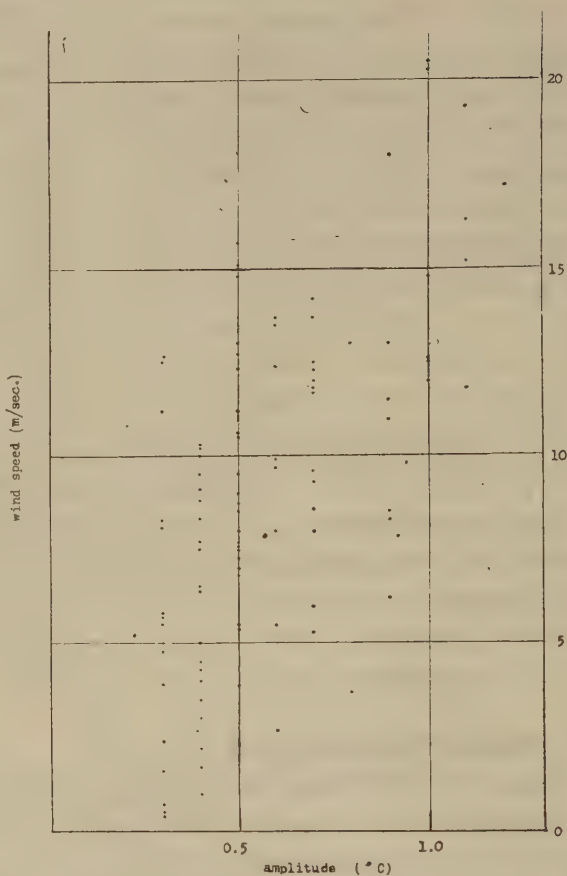


Fig. 4. The relation between the wind speed and amplitude of the thermographic records.

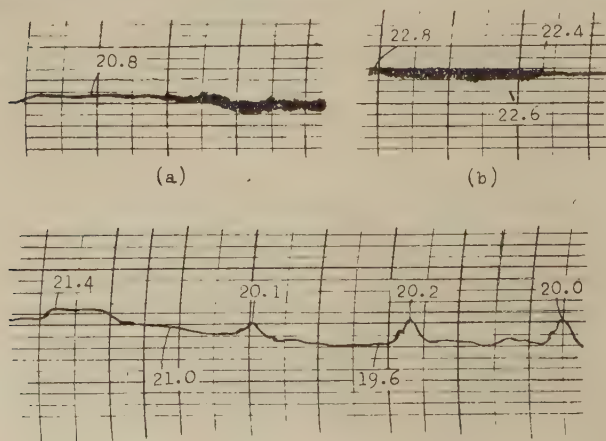


Fig. 5. Thermographic records. (a): when the wind wave became gradually higher. (b): when the wind waves were pretty high. Left part in this graph shows the record on sailing and right, on drifting. And (c): when the sea state was calm and ship was light in the water compared with the normal state, because the load was very light. The numbers showed above the record are the water temperature in the case of drifting ship when oceanographic observations or bathythermographic measurements were made, and below it are the one in the case of sailing ship when the maritime weather observations were made.

が主な原因とみることができよう。第6図には風速と水温差（実測—自記紙読取）の関係を示

しているが、風速による大きな変化は認められない。尚読み取り値の方は振れの平均値をとっているので風速の増大に伴い、この水温差が大きくなることも考えられる。図中・印では(1958年春)幾分その傾向をうかがうことができるが、×印(1957年秋)ではむしろ逆になっているので一概に決めることはできない。この2つの季節で水温差の値がかなり異なるのは器械の調整によるもので特に意味はない。又第6図でかなり大きくバラツキているのは、自記水温計の記録には上にあげたものの他にも誤差がはいりやすいことを意味する。例えば自記紙の取り換えのときにドラムに様に巻かないこと、自記紙そのものに幾分かは印刷上の傾きがあること等である。

ここにかかげた以外のことで、第5図(b)に相当する状態で、振れの最高値も最低値も変化して、停止時と航行中で平均値が一定する場合がときどき出て来ることがある。これについては別の説明が必要であるが詳しいことはわからない。

5. 結 語

表面水温の測定についての考えとして以上述べたことは測定するときの採水層により $0.1^{\circ}\text{C} \sim 0.2^{\circ}\text{C}$ の相異があることもあるので、注意する必要がある。特に表面での水温変化が大きいたときには更に大きな値を示すこともある。表面水温についてはすでにいろいろ考察されているが、筆者は春風丸で行った観測資料を基礎にして初歩的な考察を試みた。こ

の中では表面水温の日変化とその及ぶ範囲や風による擾乱等とは無関係に、BT、自記水温計の記録を実測値と比較してみた。その結果表面水温により BT の水温を調整することは各季節とも正確を期し難いこと。10 m の水温を基準にしても転倒温度計の深さに $\pm 50 \text{ cm}$ の差があるので必ずしも正確でないこと。それは温度の垂直傾度が大きいときに特に顕著になるので、BT の追従能力から考えても、充分正確を期することはできないことがわかる。

自記水温計については振巾の大きい記録を示しているときにはその平均値を読むよりむしろ最高値を読む方が実際の水温によくあうこと。吃水の浅いときには航海中に著しく低い水温を示すことがあるから自記紙読み取りの際には注意する必要がある。筆者はこの低下の割り合いを湿球温度と関連して考えてみたが、吃水が一樣でないため十分な成果はあげ得なかつた。

最後にこの報告を書くにあたって、御校閲をたまわつた菱田耕造博士、森安茂雄技官に心か



Fig. 6. A relation between the wind speed and differences of the thermographic records from the sea surface temperature with sea water thermometer.

ら感謝の意を表します。

文 献

1. 須田皖治: 海洋科学, 1933.
 2. 中央気象台: 海洋観測指針, 1956.
 3. 神戸海洋気象台, 海洋速報, 1956~1958.
 4. Kurt Kalle: Zur Frage der inneren thermischen Unruhe des Meeres. Deuts. Hydrogr. Zeits. Bd. 6, 145~170 1953.
 5. W. C. Jacobs: The Energy Exchange between Sea and Atmosphere and some of its Consequences. Bull. S. I. O. Vol. 6. No. 2, P. 27~122 1951.
 6. エム. イ. ブドワイコ: 地表面の熱収支 (内島善兵衛訳) 1956.
-

No.19

表面水温について(Ⅲ)

—天氣の影響(1)*—

小 長 俊 二**

The Water Temperature at the Sea Surface (III) An Influence of the Weather Condition (1)

Shunji KONAGA

Abstract: It is important to know the relation between the oceanographical condition and the meteorological one. Many investigators have solved it on an averaged value in a long term or on a climatic condition.

Some large variations in a few days were found at the sea surface: typhoon 5906 gave us the appropriate data to consider the relation; the water temperature at the sea surface was decreased about 2°C during only a week in the region of south of Shikoku. This typhoon passed very slowly by West Japan, and the area was under its influence during more than 3 days.

In this paper, we considered the variations of the water temperature and chlorinity from the viewpoint of the evaporation and the precipitation.

On the evaporation we used the following equation,

$$E = k(e_w - e_a)W, \quad \text{where}$$

k : evaporation factor

e_w : vapor pressure at the sea surface,

e_a : vapor pressure in the air, altitude of a m,

W : wind velocity.

We assumed that the water temperature decreased linearly with the depth from the surface and that on cooling the water by the evaporation there was no inversion layer, but homogeneous temperature layer was created; the following equation showed the vertical distribution of the temperature,

$$\theta = \theta_0 - bz \quad \text{where}$$

θ : the water temperature of the depth of z cm, or of the surface after cooling during t days,

θ_0 : initial surface temperature

b : temperature gradient.

And we assumed that the saturated vapor pressure at the sea surface was proportional to the surface temperature, i, e.,

$$e_w = e_{w_0} - c(\theta_0 - \theta) \quad \text{where}$$

e_{w_0} : the saturated vapor pressure at the sea surface when the surface water temperature was $\theta_0^\circ\text{C}$,

e_w : the saturated vapor pressure at the sea surface when the surface water temperature was $\theta^\circ\text{C}$,

c : const..

And the precipitation was computed from the decrease of the water temperature and chlorinity.

* 1960 年 5 月 19 日受理

** 神戸海洋气象台 Kobe Marine Observatory.

1. 緒 言

海面と大気との関係は非常に密接で、その熱交換は特に重要な問題である。しかし測定 of 困難なことから数値的な取り扱いをする際、特に短期間のものはむづかしい。ここで考える蒸発についても、直接の測定が困難なことや、これに関係する海洋の資料も、沿岸では降水や淡水の流入等不確かなものが混入するので、蒸発による変化のみを見出すことは困難である。しかし、比較的移流の少い沖合いの資料を用いて、輻射効果の比較的小さい条件のもとで考えれば短期間のものもある程度正確に求められるのではないかと考えた。

台風 5906 号が西日本の海上をゆつくり通過している間に表面水温が 2°C 以上低下し、塩素量も相当大きな変化をみせたので、この資料を用いて、蒸発による海水の冷却過程を調査した。

2. 台風 5906 号について¹⁾

台風 5906 号は Fig. 1 のようなコースをたど

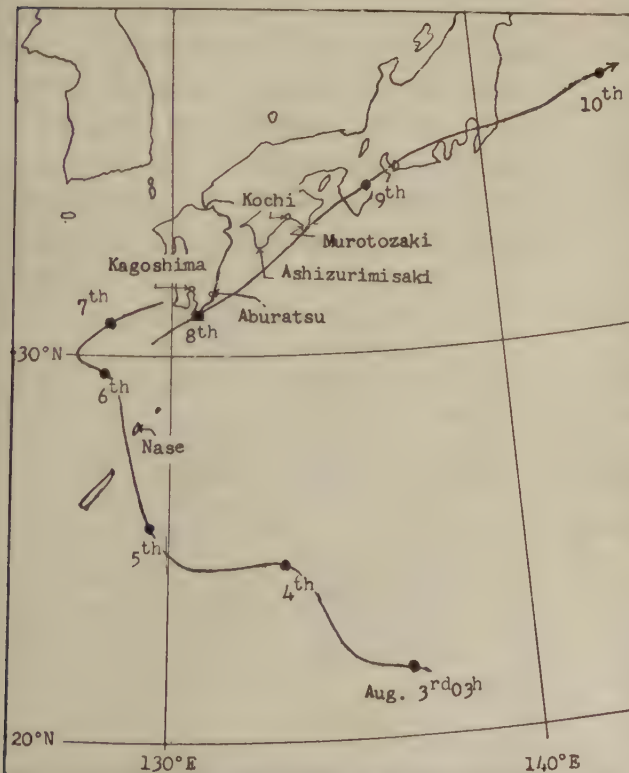


Fig. 1. The course of typhoon 5906.

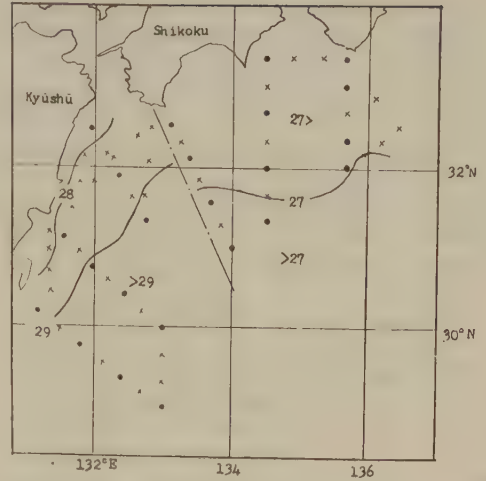


Fig. 2. Isotherms at the sea surface in $^{\circ}\text{C}$. Broken line shows the border; the right side of which was observed after the typhoon passing by and the left, before it.

つて、沖縄附近から黒潮に沿って北上し、九州南方ではほとんど停滞し、急速に衰えながら本邦の南岸沿いに東に進んだもので、範囲が非常に広く、眼の直径は 200 km にも達していた。したがって九州近くの海面は $3 \sim 4$ 日間台風の影響下にあつて、風速 20 m/sec 前後の風に吹かれていたことが推定される。そして Fig. 2²⁾ に示した表面水温の水平分布図でわかるように、台風の前（鎖線の西）後で約 2°C の温度差が認められる。この台風のもう一つの特徴は、中心附近の気温が一樣に 26°C 前後を示したことである。蒸気圧も $32 \sim 33\text{ mb}$ 程度で、ほぼ 90% の湿度に相当している。この値を海上にも適用した。雨も台風の進路にあたつた沿岸の値（名瀬・鹿児島・油津・足摺岬・高知・室戸崎）を参照して、1日の雨量を約 100 mm と推定した³⁾。

3. 50 m までの水温と塩素量の平均値の変化

神戸海洋気象台春風丸による観測資料から、台風前後での変化を調べた。BT

の記録では水温の均一層が 30 m 以深におよんでいるので、50 m までの水温と塩素量の平均値を計算した。沿岸水の混入の度合いの一樣でない部分を除いて、黒潮よりも更に沖合いのものを選んだ。その結果は Table 1 に示しているが、水温で 1.1°C 塩素量で 0.10 ‰ 減少している。台風の影響を4日間とすれば、水温は約 $0.3^{\circ}\text{C}/\text{day}$ 、塩素量は $0.025\text{‰}/\text{day}$ の減少率となる。

Table 1. Mean temperature and chlorinity from the surface to 50 m depth, before and after typhoon 5906 passing by the south of Shikoku.

	Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Chlorinity (‰)
Before	27.82	19.28
After	26.70	19.18
Difference	1.12	0.10

4. 蒸発量の見積り——水温の低下

海面からの蒸発は理論的にも実験的にも充分に解明されていないが、乱流理論による SVERDRUP⁴⁾の研究以来、蒸発速度は、風速と蒸気圧の函数として表わされることが一般に認められている⁵⁾。即ち

$$E = f(W)(e_w - e_a) \quad (1)$$

但し e_w : 海面での蒸気圧

e_a : a の高さの空気中の蒸気圧

W : 風速

$f(W)$ は経験的に

$$f(W) = j + kW \quad (j, k \text{ は常数}) \quad (2)$$

の形がとられているが、風速が0のときに海面からの蒸発は小さいので $j = 0$ の形がとられている。即ち

$$E = k(e_w - e_a)W \quad (3)$$

k : 蒸発係数

k の値は Table 2 に示している。筆者はこれらの値を参照して、0.021 とした。但し、蒸発の単位は $\text{cm}/\text{cm}^2/\text{day}$ または $\text{gr}/\text{cm}^2/\text{day}$ 風速は m/sec を用いた。

表面水温が約 28°C で一定と考えて、蒸気圧を 38.0 mb とすれば

$$\begin{aligned} E &= 0.021(38.0 - 32.0) \times 20 \\ &= 2.52 \text{ cm}/\text{cm}^2/\text{day} \end{aligned}$$

風速は $20 \text{ m}/\text{sec}$ で一定とした。蒸発熱を 580 cal/gr と考えれば、エネルギーの放出は $1450 \text{ cal}/\text{cm}^2/\text{day}$ となつて 50 m までの平均水温は約 $0.3^{\circ}\text{C}/\text{day}$ 低下する。密度と比熱の積をほぼ 1 として計算した。

水温の著しく上昇している8月のはじめ頃までは、この海域では表面から 100 m くらいまでは水温の勾配がかなり大きいので、平均値としての水温ではその変化の模様を把握することがむづかしい。水温の鉛直分布模型として、Fig. 3 のように一樣な温度傾斜を考える。そして表面から冷却される場合には混合が速やかに行われ混合層は形成されるが、温度の逆転はないものと仮定する。また雨による冷却も混合が速やかであれば、非常に小さくなるので無視する。温度勾配を $-b$

Table 2. The evaporation factor, given by several investigators, as the evaporation is measured in $\text{cm}/\text{cm}^2/\text{day}$.

Investigator	Smooth surface	Rough surface	Climatic value	Remarks
SVERDRUP, H.U.	0.00672	0.02356		6 m height
JACOBS, W.C. ⁶⁾			0.0143	6 m
MASUZAWA, J. ⁷⁾			0.0093	9.5 m
KOIZUMI, M. ⁸⁾			0.0093	9.5 m
MIYAZAKI, M. ⁹⁾			0.0127	
ITO, N. ¹⁰⁾		0.028		
HANZAWA, M. ⁹⁾			0.0143	
OKUDA, S. & HAYAMI, S. ¹¹⁾	0.008~0.012	0.02<		8 m
TERADA, K. ¹²⁾			0.0143	

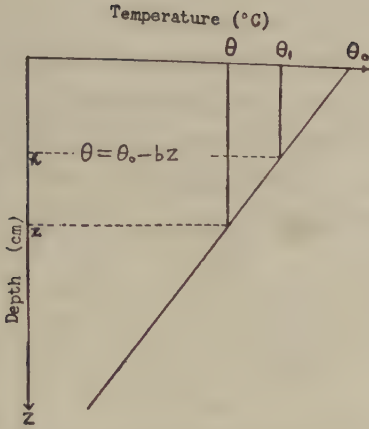


Fig. 3. A model of vertical distribution of temperature in summer.

はじめの表面水温を θ_0 とすれば、 z の深さの水温 θ は

$$\theta = \theta_0 - bz \quad (4)$$

となる。またこの水温は z が混合層の深さでもあるから t 日間冷却された後の表面水温ともなるわけである (Fig. 3 参照)。

海面での蒸気圧は、表面水温の飽和蒸気圧を用いると、表面水温の変化につれて変化する。元来飽和蒸気圧は温度の複雑な函数であるが、温度範囲が狭ければ、温度に比例して変化すると考えても大差はない。この場合温度の変化が $2^\circ \sim 3^\circ \text{C}$ 程度であるので、飽和蒸気圧として次の形をとることにする。(4) を考慮し、塩分の効果を無視すると、

$$e_w = e_{w_0} - c(\theta_0 - \theta) = e_{w_0} - cbz \quad (5)$$

e_{w_0} : 温度 θ_0 のときの飽和蒸気圧

となる。この式を (3) に代入すると

$$E = kW(e_{w_0} - e_a - cbz) \quad (6)$$

エネルギーに換算すると

$$LE = kWL(e_{w_0} - e_a - cbz) \quad (7)$$

L : 蒸発熱

また海洋から失われるエネルギーは温度の減少からも計算することができる。海水の密度を ρ 、比熱を c_p とすれば、海水の熱の保有量の時間的变化は、(4) を用いて、

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} \int_0^z \rho c_p (\theta_0 - \theta) dz \\ &= \frac{\partial}{\partial t} \left\{ \rho c_p \left(\frac{1}{2} bz^2 \right) \right\} = \rho c_p bz \frac{\partial z}{\partial t} \quad (8) \end{aligned}$$

輻射・伝導・移流等の項を無視して、蒸発のみで水温が低下すると考えて、(7)、(8) を等しく置けば、次の微分方程式になる。

$$\rho c_p bz \frac{\partial z}{\partial t} = kWL(e_{w_0} - e_a - cbz) \quad (9)$$

この微分方程式の解は若干の計算を行うと次のようになる。

$$\begin{aligned} t + c' &= -\frac{\rho c_p}{kWLc} \\ &\times \left[z + \frac{e_{w_0} - e_a}{cb} \ln \left(\frac{e_{w_0} - e_a}{cb} - z \right) \right] \end{aligned}$$

(4) を用いて変形すると

$$\begin{aligned} t + c' &= -\frac{\rho c_p}{kWLcb} \left[(\theta_0 - \theta) \right. \\ &\left. + \frac{e_{w_0} - e_a}{c} \ln \left(\frac{e_{w_0} - e_a - c(\theta_0 - \theta)}{cb} \right) \right] \end{aligned}$$

c' は初期条件によつてきまる定数である。

初期条件として、水温が θ_0 で、混合層のない場合を考えると、 $t = 0$, $\theta = \theta_0$ であるから

$$\begin{aligned} t &= -\frac{\rho c_p}{ckWLb} \left[(\theta_0 - \theta) \right. \\ &\left. + \frac{e_{w_0} - e_a}{c} \ln \left(\frac{e_{w_0} - e_a - c(\theta_0 - \theta)}{e_{w_0} - e_a} \right) \right] \quad (10) \end{aligned}$$

また初期条件として、水温が θ_1 で混合層が h ままでおよんでいるとすれば、 $t = 0$, $\theta = \theta_1 = \theta_0 - bh$ また θ_1 での飽和蒸気圧を e_{w_1} とすれば、 $e_{w_1} = e_{w_0} - c(\theta_0 - \theta_1) = e_{w_0} - cbh$ であるから、(10) のかわりに次のような解が得られる。

$$\begin{aligned} t &= -\frac{\rho c_p}{ckWLb} \left[\theta_1 - \theta \right. \\ &\left. + \frac{e_{w_0} - e_a}{c} \ln \frac{e_{w_0} - e_a - c(\theta_0 - \theta)}{e_{w_0} - e_a - c(\theta_0 - \theta_1)} \right] \\ &= -\frac{\rho c_p}{ckWLb} \left[\theta_1 - \theta \right. \\ &\left. + \frac{e_{w_1} - e_a + cbh}{c} \ln \frac{e_{w_1} - e_a - c(\theta_1 - \theta)}{e_{w_1} - e_a} \right] \quad (11) \end{aligned}$$

(11) 式は、秋または冬の混合層が発達しているときのものであり、ここでは (10) 式を用いるのが適当である。

(10) 式に台風 5906 号の際の資料を入れると、次に示すような結果が得られる。

$$t=2.7 \text{ 日} \quad \theta=27^{\circ}\text{C} \quad z=33 \text{ m}$$

$$t=3.5 \text{ 日} \quad \theta=26.8^{\circ}\text{C} \quad z=37 \text{ m}$$

$$t=5.1 \text{ 日} \quad \theta=26.5^{\circ}\text{C} \quad z=42 \text{ m}$$

$$\text{但し } k=0.021 \quad W=20 \text{ m/sec} \quad \theta_0=29^{\circ}\text{C}$$

$$e_{w_0}=40 \text{ mb} \quad e_s=32 \text{ mb}$$

$$c=2.1 \text{ mb/deg} \quad b=0.0006 \text{ deg/cm}$$

$$\rho c_p=1$$

t 日間の蒸発量は (8), (9) を考慮して (6) を積分すると

$$\int_0^t E dt = \frac{\rho c_p b}{2L} z^2 = \frac{\rho c_p}{2bL} (\theta_0 - \theta)^2 \quad (12)$$

となる。これを用いて、日々の蒸発量を計算することができる。Fig. 4 には蒸発量と表面水温の変化を示している。両者ともはじめに急激に減少

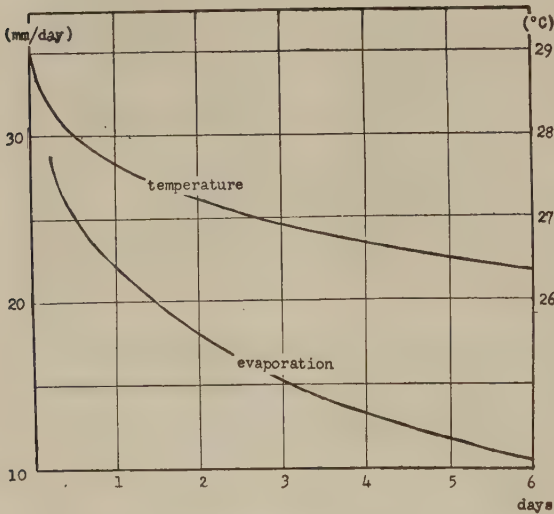


Fig. 4. The variation of the water temperature and the evaporation.

して後にはゆるやかになつてゐる。蒸発量は第4日目には第1日の半分になつてゐる。水温は約半日で 1°C 低下している。このような model の場合には、混合層が深まるにつれて、温度の減少がゆるやかになつて、 0.1°C の低下に一日近い日数がかかるようになる。この場合には水温の逆転が当然考えられるべきであるが、ここでは触れないことにする。

5. 降雨量について

50 m までの塩素量の変化からみると、雨量の

見積りはほぼ 100 mm/day として大差はない。

4. で求めた蒸発量と塩素量の関係を考慮すると、次のような式から逆に雨量を求めることができる。一日の雨量を $a \text{ cm}$ とすると、 t 日間の雨量は $at \text{ cm}$ 、 t 日間の蒸発量は (12) から $\frac{\rho c_p b}{2L} z^2$ であるから、当初の塩素量を s_0 とすると t 日後の値 s は

$$\begin{aligned} s &= \frac{zs_0}{at - \frac{\rho c_p b}{2L} z^2 + z} \\ &= \frac{s_0(\theta_0 - \theta)}{(\theta_0 - \theta) + bat - \frac{\rho c_p}{2L} (\theta_0 - \theta)^2} \end{aligned} \quad (13)$$

で求められる。但し、雨水の混合も、水温均一層にわたつて均一に行われると仮定した。

(10) の結果を用いて

$$\left. \begin{aligned} t=2.7 \text{ 日} \quad \theta=27^{\circ}\text{C} \\ a=8.5 \text{ cm} \quad at=23.0 \text{ cm} \\ t=3.5 \text{ 日} \quad \theta=26.8^{\circ}\text{C} \\ a=7.4 \text{ cm} \quad at=26.0 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

が得られる。

6. 考 察

1) k について 4 では蒸発係数として 0.021 を用いた。過去多くの研究者により求められた値は Table 2 にあるが、その基本になつてゐるものは SVERDRUP⁴⁾ や JACOBS⁶⁾ の値である。しかし、伊藤¹⁰⁾ は日本海の冬の季節風について調査し、ウラジオストックと輪島の高層資料から、気柱での全水蒸気量の変化を求め、また k を未知数として (3) 式から蒸発量を求めて、 k の値を計算した。少し大きいようではあるが強風下での蒸発はかなり大きいことを示している。OKUDA and HAYAMI¹¹⁾ は風洞水槽を用いて波面からの蒸発を研究したときに、 k の増加には波そのものよりもシブキによるものが大きい効果を示すことを見出した。そして風速が 17 m/sec 附近で急に大きく変化することを確かめた。台風下では 17 m/sec の風が吹いていることは当然考えられる。しかし、観測層の高さの考慮が全然なく、風速、蒸気圧の推算も粗雑であるので筆者の用いた k が妥当なものかどうかを確かめられな

かつた。

2) 海況 台風の通過後数日経っていたので、すでに表面水温は上昇の傾向がみられた。水温や塩素量の位置による相違は、沖合いでもかなり大きいことがあるので注意を要する。

3) 気象の資料 陸上の資料から推測しているのであまり信頼度は高くない。また風の吹送時間も推測の域を出ない。蒸気圧は島や沿岸の測候所の値がほぼ一致していたので海上の値も大差はないと思われるが、高さによる変化は考慮していない。

4) 雨について 雨による水温の変化は、混合が早いことを仮定して無視したが、もし表面附近で成層を作るならば、蒸発に対する影響は無視することはできない。しかしシブキが飛ぶような海面ではそのようなことはないと考えた。

8. 摘 要

海面からの蒸発はかなり大きい、実測され難いので、その量の見積りは困難である。筆者の計算によると第1日には 25 mm、第2日には 20 mm と相当大きな数値を示したが、海面からの熱放出の 90% が蒸発によるものであるから、実測された水温の低下を考えると、妥当な値であると思われる。以上のことからいえることは、水温の垂直傾度の大きい夏では、台風が停滞すれば、海面から供給される水蒸気の量は水温の低下に伴って次第に減少すること、また雨による塩素量の変化がかなり大きいことである。

冬季の季節風についても (11) 式を用いて考えれば同様なことがいえるが、水温の均一層が深くにまで及んでいるので、台風ほど顕著な効果はないと思われる。

終りにこの報告を書く際に、いろいろ御指導して下さった神戸海洋気象台の菱田耕造博士・森安

茂雄技官ならびに、討論に参加して下さった海洋課の皆様にも厚くお礼申し上げます。また文献を教示して下さった長崎海洋気象台の小泉政美博士、気象庁の増沢譲太郎博士、岡山大学の奥田節夫氏に心から感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 琉球気象台外： 異常気象報告 (台風 5906 号について) 1959.
- 2) 神戸海洋気象台： 海洋速報 No. 14, 1959.
- 3) ROLL, H.U.: Zur Niederschlagsmessung auf See: Ergebnisse von Vergleichsmessungen auf Feuerschiffen und benachbarten Inseln. Deuts. Wett. Seewett. Nr. 16, 1958.
- 4) SVERDRUP, H.U.: On the evaporation from the oceans. J. Mar. Res. Vol. 1, 1937.
- 5) エム・イ・ブドウイコ： 地表面における熱収支 (内島善兵衛訳) 1956.
- 6) JACOBS, W.C.: The energy exchange between sea and atmosphere and some of its consequences. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Vol. 6, No. 2, 1951.
- 7) 増沢譲太郎： 日本南海における大気と海洋の熱交換, 日本海洋学会誌, 第7巻, 第3-4号, 1952.
- 8) KOIZUMI, M.: Researches on the variations of oceanographic conditions in the North Pacific Ocean (III). Papers Meteor. Geophys. Vol. VI, No. 3~4, 1956.
- 9) 永山盛善： 東支那海の熱経済, 研究時報, 第9巻, 第2号, 1957.
- 10) 伊藤直次： 季節風時の日本海面からの蒸発について, 研究時報, 第10巻, 第3号, 1958.
- 11) OKUDA, S. and S. HAYAMI: Experiments on evaporation from wavy water surface. Records Oceanogr. Works. Vol. 5, No. 1, 1957.
- 12) TERADA, K.: Development of typhoon from the viewpoint of energy supply from ocean. Proc. UNESCO Symposium of Typhoon. 1954.
- 13) 関原 彊外： 地球大気の熱経済, 気象研究ノート 8 の 2, 1957.

No.20

An Example of the Conditions at the Occurrence of the Cold Water Region

By

Shigeo MORIYASU

Kobe Marine Observatory

1. Introduction

Many oceanographers have discussed the generation of the cold water region in the Enshū-nada. But the conditions at the occurrence have not been observed yet and only the phenomena which precede its occurrence have been empirically derived (for example, FUKUOKA, 1960).

In 1959, the cold water region appeared on an extensive scale. We found the cold region which was accompanied with a weak eddy south of Shikoku in May of the year, and grasped the fluctuation of the region for about a month by means of repeated observations which were operated by various agencies. Since these observations were not planned as the multiple ship survey, we had not sufficient data for the analysis of the fluctuation. However, we have rarely found such a phenomenon in this sea area, and so it will be significant to analyze the fluctuation truly.

We divide the fluctuation into four stages. The observations in each stage are as follows:

Stage A	May 10~14	Kobe Marine Observatory
	13~14	Wakayama Fisheries Experimental Station
	14	Miyazaki Fisheries Experimental Station
Stage B	May 17	Kochi Fisheries Experimental Station
	17~20	Miyazaki Fisheries Experimental Station
	17~20	Kobe Marine Observatory
Stage C	May 22~27	Seventh Regional Maritime Safety Agency
	23~24	Japan Meteorological Agency
	24~26	Kobe Marine Observatory
Stage D	May 29~June 9	Hydrographic Office

As the data have not been formally published yet, we pick up them from the prompt reports issued by each agency.

2. The general conditions in each stage

We intend to describe briefly the general conditions by using the water temperature in the depth of 100 m and the surface current with GEK (Figs. 1~4).

Stage A

There was a cold region, where the water temperature was below 18°C in the depth of 100 m. And a cyclonic eddy was accompanied with the region. Its center was found at about 32°N , 133°E . The Kuroshio flowed nearly eastwards along the latitude of $31^{\circ}20'\text{N}$ to the south of Shikoku and was thought to flow northwards in the vicinity of the meridian of 135°E , and the strong current was found at $33^{\circ}20'\text{N}$ to the south of Shiono-misaki. It is the characteristic feature that the cold region extended southwards and that the Kuroshio was distant from the coast of Shikoku.

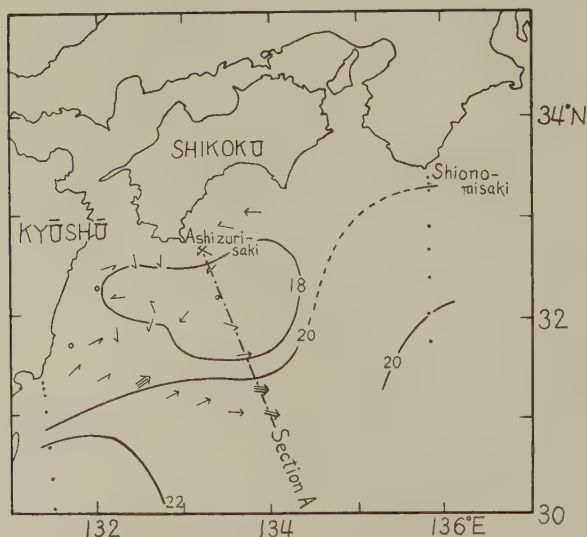


Fig. 1. The water temperature in the depth of 100 m and the surface current with GEK in Stage A. The arrow indicates the velocity as follows:
 $\circ < 0.3 \text{ kt}$, $\leftarrow 0.3 \sim 0.9 \text{ kt}$, $\leftarrow 1.0 \sim 1.9 \text{ kt}$, $\leftarrow 2.0 \sim 2.9 \text{ kt}$, $\Leftarrow \geq 3.0 \text{ kt}$.

Stage B

The cold region moved eastwards and its center was found at $32^{\circ}30'\text{N}$, 135°E . The Kuroshio flowed eastwards south of the region and turned north to the

S. Moriyasu: An Example of the Conditions at the Occurrence

south of Shiono-misaki and then flowed northeastwards near the east coast of the Kii Peninsula. In the depth of 100 m, the water temperature below 18°C was not found south-southeast of Ashizuri-saki, while it was found north of

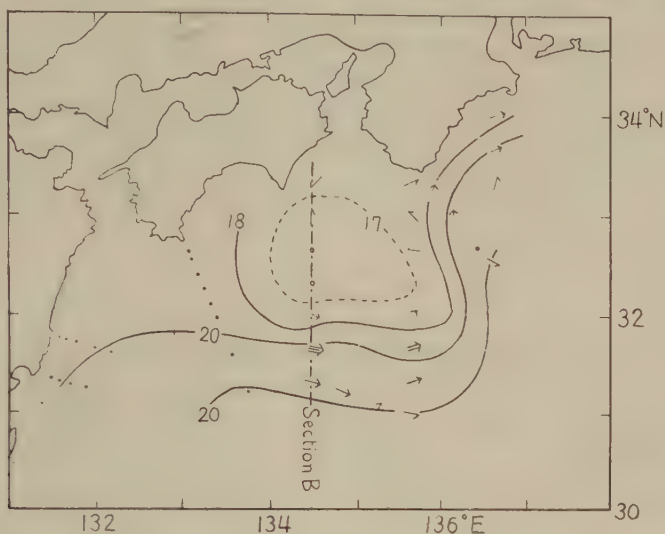


Fig. 2. The water temperature in the depth of 100 m and the surface current with GEK in Stage B. The arrow has the same meaning as in Fig. 1.

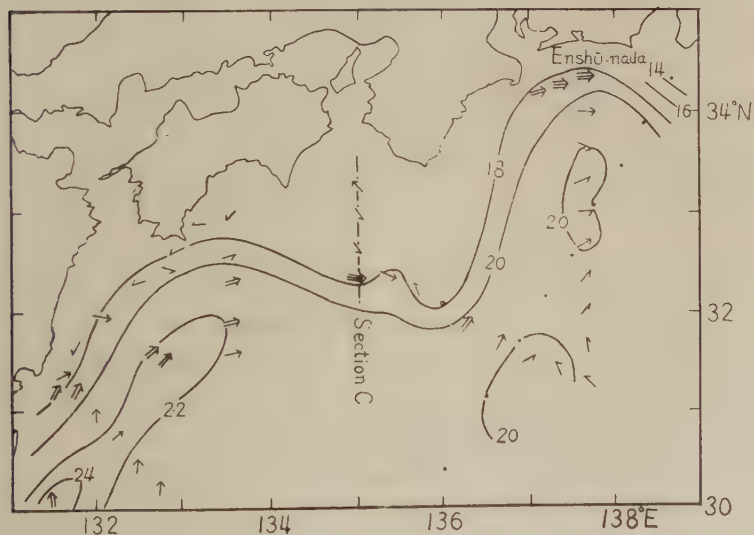


Fig. 3. The water temperature in the depth of 100 m and the surface current with GEK in Stage C. The arrow has the same meaning as in Fig. 1.

32°N to the south of Shiono-misaki. Furthermore, the cyclonic eddy was clearly found.

Stage C

The existence of the eddy was not distinct. This may be partly due to the distribution of the oceanographic station. However, the region colder than 18°C in the depth of 100 m extended widely. The Kuroshio was nearer to the east coast of Kyūshū as compared with in the preceding stages and flowed eastwards north of 34°N in the Enshū-nada. Such condition in the Enshū-nada has rarely been found.

Stage D

The center of the eddy was situated east of Shiono-misaki, that is, at 32°50'N, 136°20'E. The Kuroshio flowed south of the eddy and turned north at 137°30'E. The area of the region colder than 18°C in the depth of 100 m was small, but the water temperature in the region was considerably low and the temperature

below 15°C was observed in the depth of 100 m. The conditions stated above resemble what is called the cold water region though its scale is somewhat small.

The above description implies that the eddy moved eastwards and that the position of the current axis fluctuated remarkably. We have used reliable data and so we can conclude that the fluctuation for a month have occasionally such a magnitude even in this sea area, where the fluctuation is not thought to be noteworthy in general.

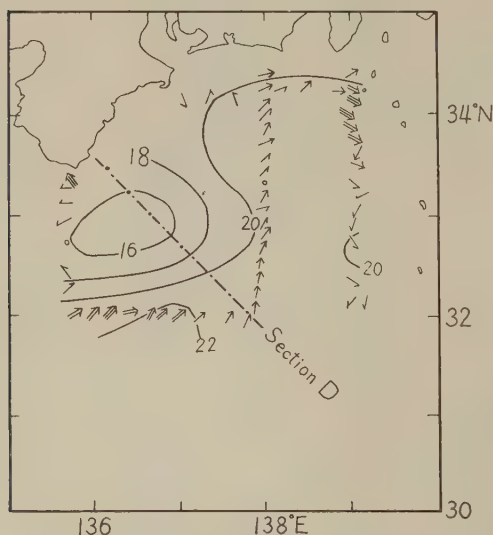


Fig. 4. The water temperature in the depth of 100 m and the surface current with GEK in Stage D. The arrow has the same meaning as in Fig. 1.

3. The upwelling

The T-CI relations in three stages except for Stage C are shown in Fig. 5. As the relations in the figure are in the cold region, we can conclude

S. Moriyasu: An Example of the Conditions at the Occurrence

that the water mass belongs to one and the same water mass except for in the upper layer. Nevertheless, we can find the difference in the depth where the same relation appears. This is considered to be due to the difference in the upwelling. The relation is similar to the relation in the cold water region in 1954~55. Therefore, the water mass is not different from that in other region of this sea area (MORIYASU, 1956).

Next, we will state the fluctuation of the upwelling. We assume that the depth of the isothermal surface and the water temperature in the fixed depth represent the degree of the upwelling. Since the observation below the depth of 200 m was not frequent, we use the water temperature above the depth. In Fig. 6, we show the vertical section of water temperature in each stage. The section may be considered to pass near the center of the cold region (Figs. 1~4). The minimum depth of the isothermal surface of 15°C is least in Stage D, that is, less than 100 m and the minimum water temperatures in the depth of 100 m and 200 m are lowest in Stage D (Table 1). The results suggest to us that the upwelling is most striking in Stage D.

4. The growth of the eddy

The isotherm in the vertical section in the cold region is convex upwards and the distribution of water temperature corresponds to the cyclonic current. And so, we can approximately estimate the fluctuation of the eddy from the water temperature by using a simple model.

If we assume the model given in the previous paper (MORIYASU, 1960), the tangential velocity at the surface is nearly proportional to the gradient of the depth of the isothermal surface $\left(\frac{\partial z}{\partial r}\right)$. Here, z and r are the depth of the iso-

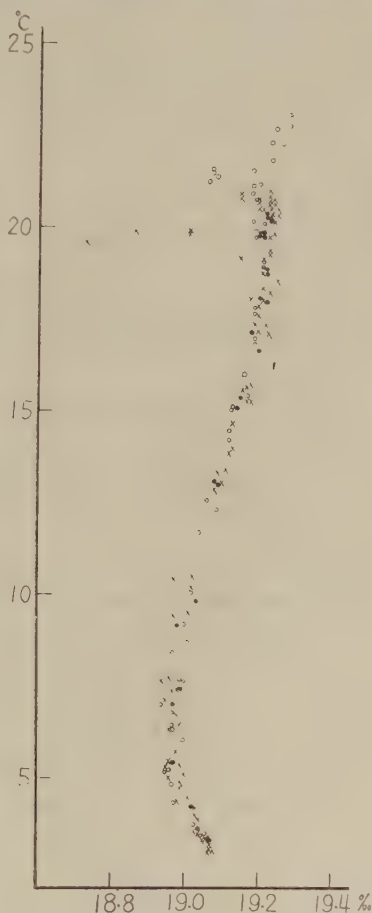


Fig. 5. T-Cl relations in the cold region.

● Stage A, × Stage B, ○ Stage D.

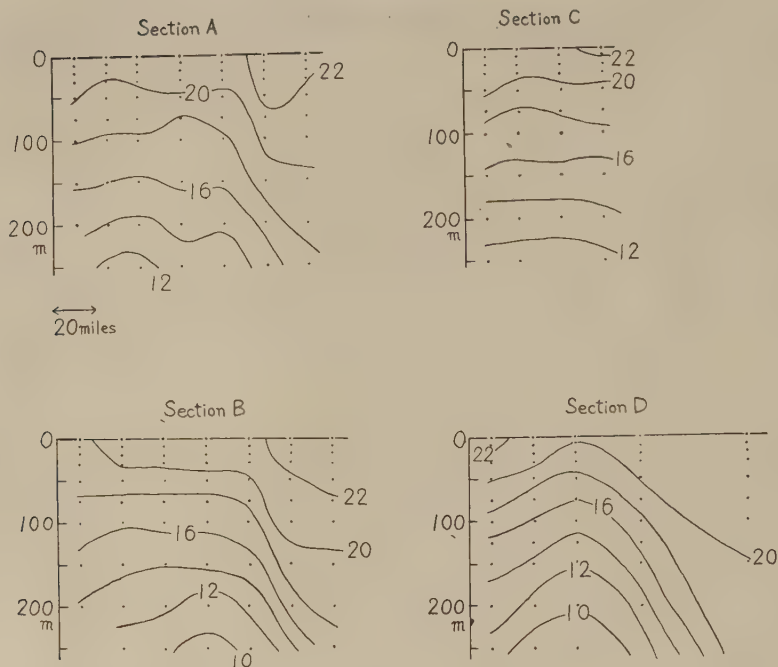


Fig. 6. Vertical sections of water temperature in the cold region. The position of section is shown in Figs. 1~4.

Table 1. The elements of the cold water region.

z_{15} : the minimum depth of the isotherm of 15°C.
 T_{100} : the minimum water temperature in the depth of 100 m.
 T_{200} : the minimum water temperature in the depth of 200 m.
 Δz_{15} : the maximum difference in the depth of isotherm of 15°C.
 v : the maximum value of $\frac{\partial^2 z'}{\partial r^2}$.
 ζ : the value of $\frac{\partial^2 z'}{\partial r^2}$ at the center.
 z' : the depth of the isotherm of 15°C in m.
 r : the distance from the center in nautical miles (M).

Stage	A	B	C	D
z_{15} (m)	165	130	150	95
T_{100} (°C)	17.3	16.3	16.9	14.9
T_{200} (°C)	13.3	11.3	13.0	10.4
Δz_{15} (m)	30	35	10	80
v ($\frac{m}{M}$)	1.10	0.85	—	1.97
ζ ($\frac{m}{M^2}$)	0.089	0.045	—	-0.127

thermal surface and the distance from the center, respectively. Accordingly, we give the maximum difference in the depth of the isothermal surface and the gradient of the depth of the isothermal surface in Table 1. In Stage D, the maximum difference in the depth of isothermal surface is much greater than in other stages and the gradient is nearly twice that in Stages A and B. Here, the domain of the eddy is defined as the region colder than 18°C in the depth of 100 m. Thus, we can conclude that the counter-clockwise current is most strong in Stage D.

Now, the vorticity should be discussed. Here, we consider that the vorticity is approximately proportional to $\frac{\partial^2 z}{\partial r^2}$ and the tangential velocity vanishes at the center of the eddy. The obtained value of $\frac{\partial^2 z}{\partial r^2}$ near the center is greatest in Stage D. Therefore, we can find that the eddy develops most strongly in Stage D.

As the estimation stated above is based on a simple model and the distribution of the stations is not suitable for such an analysis, the results have considerable errors. However, we can consider that the dynamical feature of the cold region are qualitatively indicated by means of the method shown above. Though we should take account of the curvature in the estimation of the current velocity, we need not consider the effect of the curvature in this case because the elements used in the estimation are not so accurate.

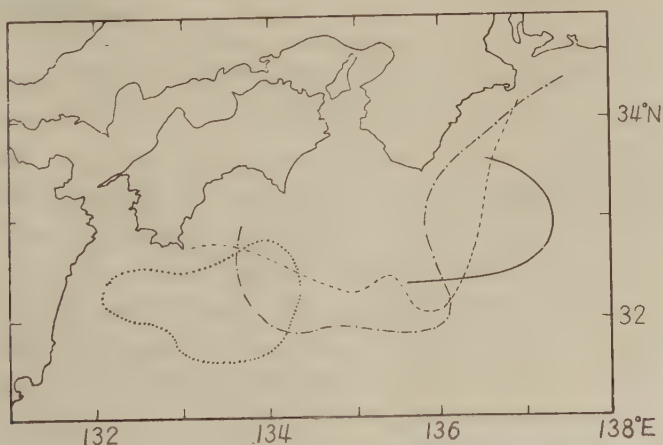


Fig. 7. The movement of the isotherm of 18°C in the depth of 100 m.
 Stage A, -.-.- Stage B, ----- Stage C, — Stage D.

5. *The movement of the cold region*

As stated in the preceding sections, the upwelling and the eddy developed in the cold region for four weeks. And, we can consider that the region was not fixed. Based upon the definition of the cold region noted in Section 4, we trace the movement of the region. In Fig. 7, we show the movement of the isotherm of 18°C in the depth of 100 m. Since the interval between each stage is not long, it can be approved of that the region moved eastwards in the period.

ICHIYE (1954) has reported the similar phenomenon which occurred in June, 1953. His study was based on the observations southeast of Toi-misaki and south of Shiono-misaki alone and he computed the time required for the movement of the disturbance from off Kyūshū to off Shiono-misaki, where he used the PETTERSEN's formula (1952). In our case, we can compute the velocity of the movement of the cold region in the same way and obtain the value close to the actual velocity. However, we have not the sufficient reason to justify the application of the formula. Thus, our results are not different from ICHIYE's results. But, we have ascertained the fact by means of the successive observations. In this respect, our results are significant.

6. *The relation of the cold region discussed in this paper to the cold water region in the Enshū-nada*

In Stage D, the eddy was considerably distinct as stated in Section 4. Thereafter, the cold region was found in the offing of Enshū-nada on board the weather ship (J.M.A.) (Fig. 8). Namely, it was found on June 25~27, 1959 for the first time and its existence was ascertained in the subsequent observations. Furthermore, we found that the cold region extended over a wide area in November, 1959, where we were based on the observations operated by Kobe Marine Observatory. Taking account of these progresses, we can approve of the possibility that the cold region off Shikoku moves eastwards and is transformed into the cold water region in the offing of Enshū-nada. Though we wonder whether this is always applicable to the generation of the cold water region, we may deduce that the cold water region in 1954~55 also traced the similar progresses.

Recently, FUKUOKA (1960) stated empirically that the offshore receding of

S. Moriyasu: An Example of the Conditions at the Occurrence

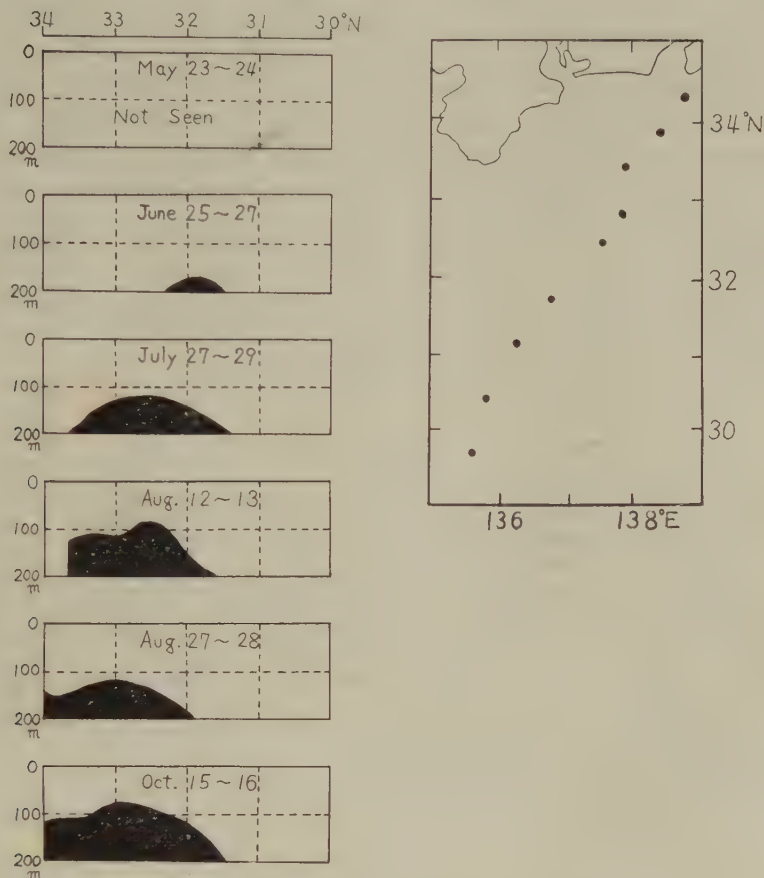


Fig. 8. The area colder than 15°C in the vertical section. The area is painted black. The position of the station is shown right.

the Kuroshio axis south of Shikoku was connected with the appearance of the cold water mass. His study treated the cold water region which was of large-scale and considerably durable. Since the region discussed in this paper is also supposed to be durable, we agree with him. As pointed out by ICHIYE (1955), the cold water region appears in the Enshū-nada under the influence of the winter monsoon, but it is short-lived. And so, our results do not contradict his results. NAN'NITI (1958) studied the generation of the cold water region. His theory differs from our results, but we do not refer to the propriety. For we have no data necessary for the discussion and it is our object to describe the fluctuation of the cold region as truly as possible.

7. Concluding remarks

We have traced the fluctuation and the movement of the cold region for four weeks by using reliable data. Based on the synoptic analysis, we have found that the eddy developed gradually and that the cold region moved eastwards. And, there is the possibility that the cold water region of large-scale in the Enshū-nada is originated from the cold region south of Shikoku.

This paper does not directly contribute to the theory of the generation of the cold water region, but we have only made clear what is the fact. However, our attempt will be of significance as an initial step to the theoretical approach.

References

- FUKUOKA, J. (1960): An analysis on the mechanism of the cold water mass appearance in the Enshū-nada. *Oceanogr. Mag.* 11, 2.
- ICHIYE, T. (1954): On the variation of oceanic circulation (VII). *Oceanogr. Mag.* 6, 1.
- ICHIYE, T. (1955): On the variation of oceanic circulation (V). *Geophys. Mag.* 26, 4.
- MORIYASU, S. (1956): On the fluctuation of the Kuroshio south of Honshu (1). *Oceanogr. Mag.* 8, 2.
- MORIYASU, S. (1960): The thickness of the upper homogeneous layer. *Rec. Oceanogr. Works, Japan*, 5, 2.
- NAN'NITI, T. (1958): A theory of the generation of the cold water region in the offing of Enshunada. *Pap. Met. Geophys.* 8, 4.
- PETTERSEN, S. (1952): On the propagation and growth of Jet-Stream waves. *Quart. Journ. Roy. Met. Soc.* 78, 337.

No.21~22

1958年3月本州南方海域海洋観測報告

神戸海洋气象台 海洋課

Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū in March, 1958

Oceanographical Section, Kōbe Marine Observatory

観測船 春風丸 (船長 川池 寛)
観測員 勝浦 寛 (長), 山本達夫・矢吹文太郎・北村弘行・柴田多美雄・古橋賢造・小長俊二・
谷岡克己 (舞鶴海洋)
観測期間 1958年3月7日～3月30日 (24日間)
測点数 各層15点・BT42点・GEK42点
観測概要

1. 海 況

黒潮は、昨年3月同様九州には接岸することなくかなり沖合を流れている模様で、足摺埼沖ではおおむね北向きの流れが見られる。潮岬付近では昨秋以来かなり接岸していて、流軸は距岸数哩以内に認められる。

遠州灘沖の冷水域は、昨秋同様小規模ではあるが湧昇が明らかで、弱い反時計回りの渦をなしている。昨秋この北側には、かなり広範囲に暖水が伊豆半島方面から張出していたが、今回は細い帯状の西流をなし、沿岸水域と冷水域を隔てている。

塩素量は、水温の分布に対応した単純な分布をなしているが、 $33^{\circ}00'N$, $137^{\circ}40'E$ 付近では、表面に低かん水が現われている。これは昨秋にも同じ地点で見られた現象で、水温や流れの分布からみて、降水のため低かんになった水が、非常に小範囲に一つの塊りとなつて残つていたためと考えられる。

海域全般についてはとくに目立つた変動は見られないが、冬季の特色である垂直混合の発達が、黒潮域に認められる (勝浦 寛)。

2. 化学成分

遠州灘にみられた貧酸素域は、その範囲が昨秋と同様に狭くなつており、黒潮強流部に示された水平傾度の大きい処は、潮岬沖からほど東に走っている。この貧酸素域の中心は、ほぼ $34^{\circ}-00'N$, $137^{\circ}-40'E$ の St. U-2 にあり、St. U-1 と比較すると酸素量で 150~200 m 上昇の様である。

酸素で示された冷水域の磷酸塩・珪酸塩の分布をみると100 m層は磷酸塩の分布では、その存在はみとめられない。両者ともに含有量が多くなるのは200 m以深である。400 m 層の分布で酸素の4.5 cc/L の等量線が磷酸塩の0.5 $\mu\text{g-atom/L}$ のそれと対応するとともに、栄養塩の分布は酸素と同じ傾向を示す。九州東方の資料は欠けるが以上のことから黒潮は九州の東方のかなり沖を潮岬に向つて流れている模様である（北村弘行）。

3. プラクトン

i 珪藻プラクトン（採水沈澱法）1 l 中の珪藻細胞（Fig. 3-1）数は表層で平均 1.6×10^4 （最高： 8×10^4 ，最低： 2×10^3 ）で当海区としては高密な方である。また高密部と低密部の差が少ないことも例年と同様である。個々の種類の分布に総細胞数の分布と同様な傾向を示すものが大部分で、黒潮主流部に多く、遠州灘沖合の冷水域と四国沿岸の低温部に低密域を形成している。また黒潮主流の南側沖合部も広い低密帯を示している（Fig. 3-2, 3-3）。一方 *Eucampia zoodiacus*（Fig. 3-4）を始め二、三の沿岸の傾向を持つ種類が遠州灘沿岸から沖合冷水域に高密部を示している。珪藻の組成はとくに著しい変化はみられない。

U 線における珪藻の鉛直分布（Fig. 3-5, 6-7）は大部分の種類が U1 に高密を示し、冷水域の中心である U2 は表層まで著しい低密部を形成している。

ii 動物プラクトン（O ネット，0-100 m 鉛直採集）1 m³ 中の総個体数は $10^2 \sim 2 \times 10^3$ ，大部分は橈脚類でも毛顎類がこれについている。ただ部分的に沿岸低温域で *Noctiluca scintillans* が50%を超える値を示している。組成的には *Euchirella rostrata* が広くかつ多量に出現しているが、これは他の季節には見られない特徴である。*Sagitta bedoti*（Fig. 3-8）が四国沿岸および遠州灘沖合にみられ、*Eucalanus subtenuis*（Fig. 3-9）を始め大半の種類が黒潮主流部に高密域を示し、*Sagitta hexaptera*, *Mecynocera clausi* 等は黒潮の南側沖合のみ出現してそれぞれの水塊を特徴づけている（古橋賢造）。

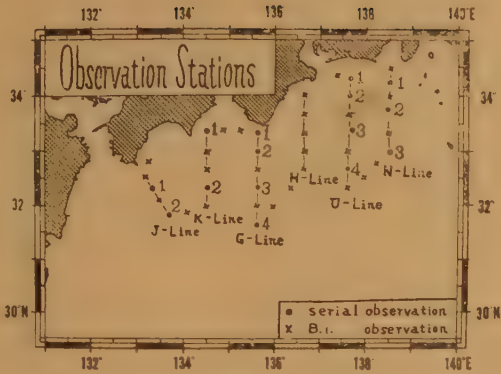


Fig. 1-1. Location of observation stations.

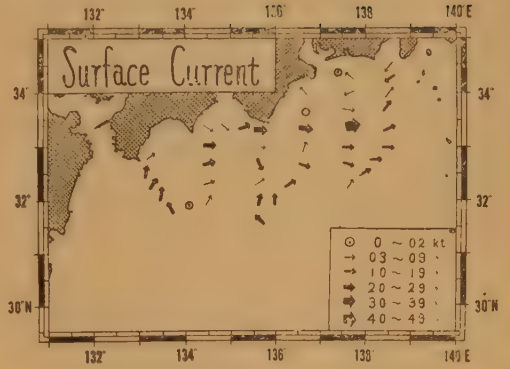


Fig. 1-2. Surface current (knot) measured with GEK.

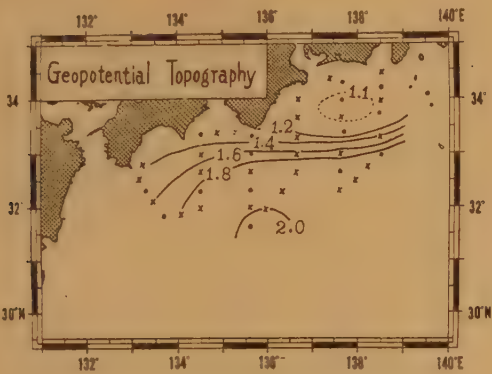


Fig. 1-3. Geopotential topography referred to the 800db surface.

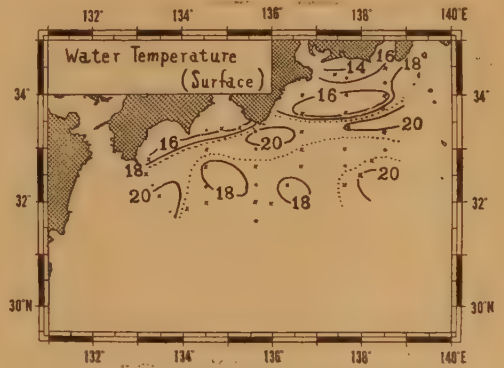


Fig. 1-4. Water temperature (°C). (surface)

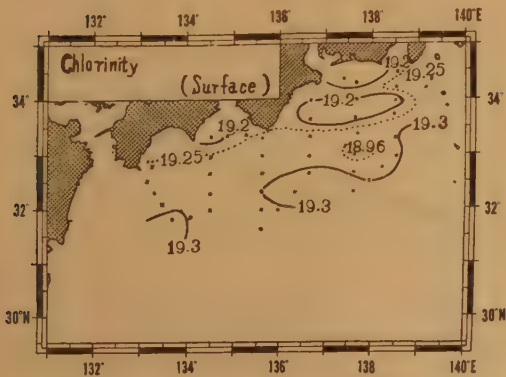


Fig. 1-5. Chlorinity (‰). (surface)



Fig. 1-6. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (100m)

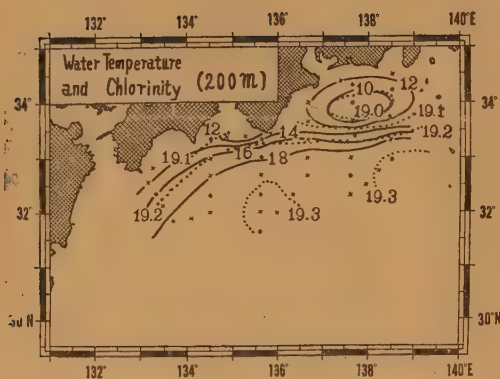


Fig. 1-7. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (200m)

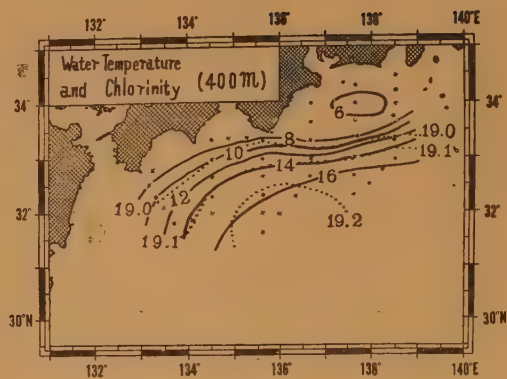
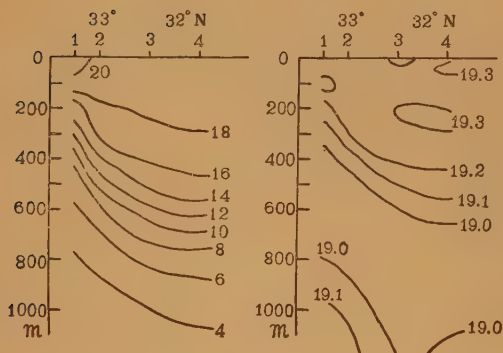


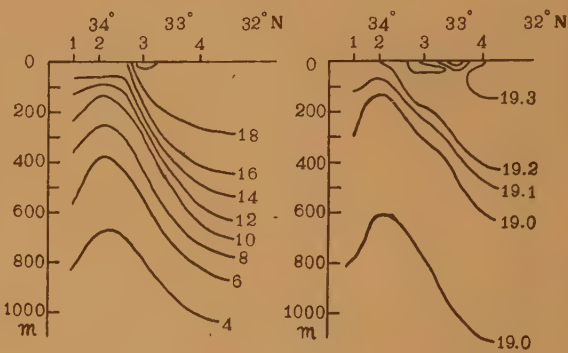
Fig. 1-8. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (400m)



Water temperature.

Chlorinity.

(a) section G.



Water temperature.

Chlorinity.

(b) section U.

Fig. 1-9. Vertical sections of water temperature and chlorinity.

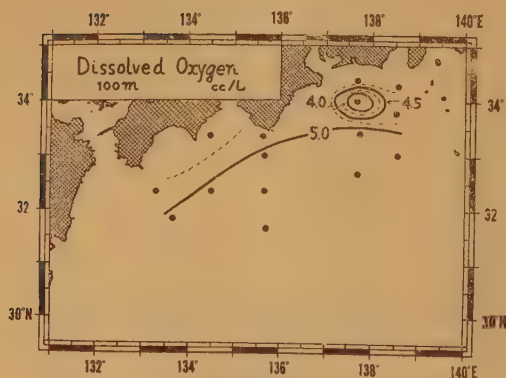


Fig. 2-1. Dissolved oxygen (cc/L). (100m)

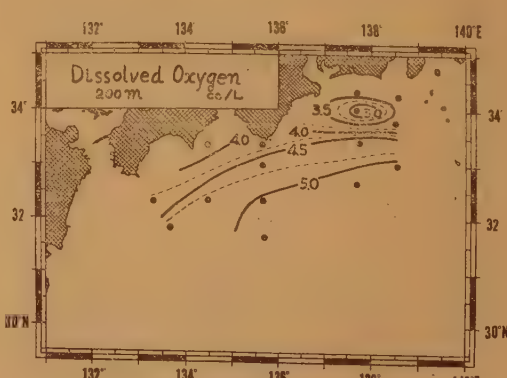


Fig. 2-2. Dissolved oxygen (cc/L). (200m)

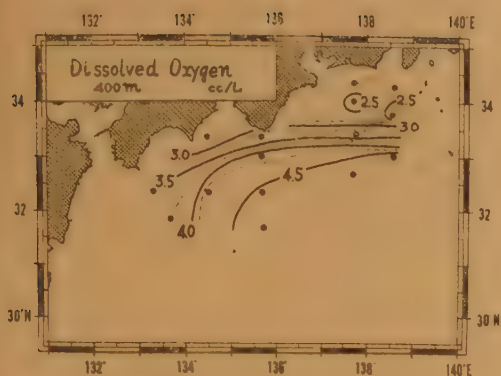


Fig. 2-3. Dissolved oxygen(cc/L). (400m)

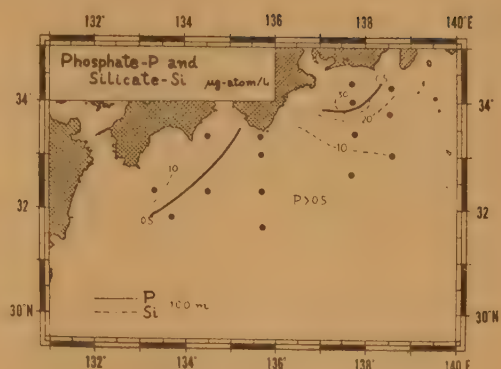


Fig. 2-4. Phosphate-P and Silicate-Si ($\mu\text{g-atom/L}$). (100m)

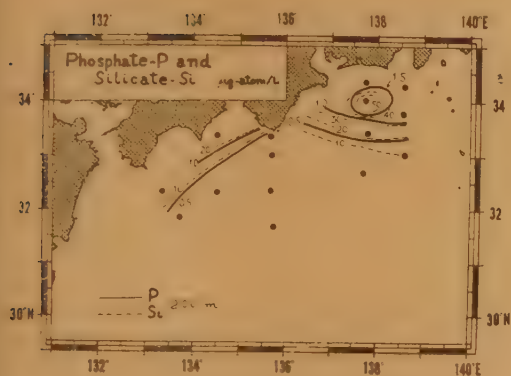


Fig. 2-5. Phosphate-P and Silicate-Si ($\mu\text{g-atom/L}$). (200m)



Fig. 2-6. Phosphate-P and Silicate-Si ($\mu\text{g-atom/L}$). (400m)

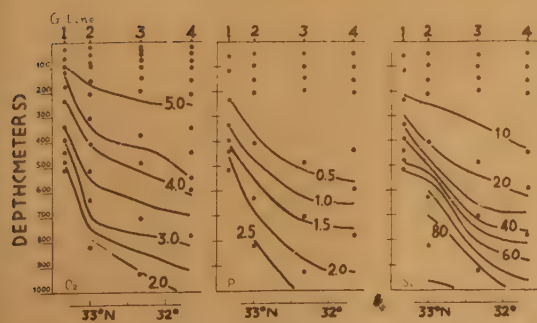


Fig. 2-7. Vertical sections of dissolved oxygen (cc/L), phosphate-P ($\mu\text{g-atom/L}$) and silicate-Si ($\mu\text{g-atom/L}$) at the G-Line.

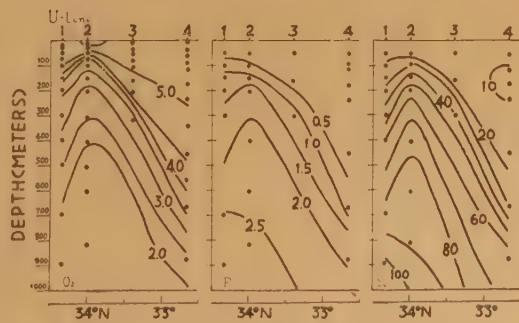


Fig. 2-8. Vertical sections of dissolved oxygen (cc/L), phosphate-P ($\mu\text{g-atom/L}$) and silicate-Si ($\mu\text{g-atom/L}$) at the U-Line.

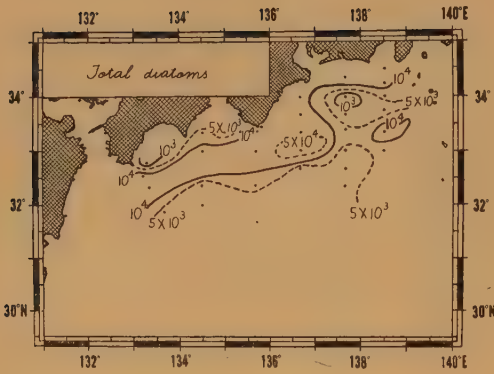


Fig. 3-1. Total diatoms, (cells/L).
(0m)



Fig. 3-2. *Chaetoceros affinis* (cells/L).
(0m)

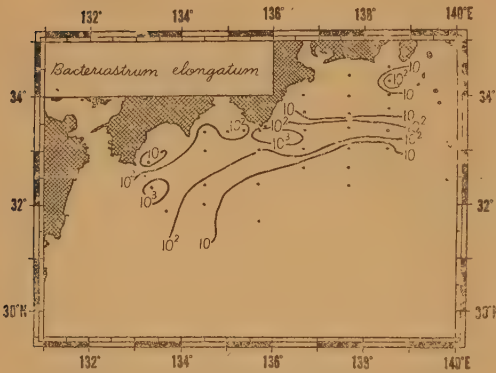


Fig. 3-3. *Bacteriastrium elongatum* (cells/L).
(0m)



Fig. 3-4. *Eucampia zoodiacus* (cells/L).
(0m)

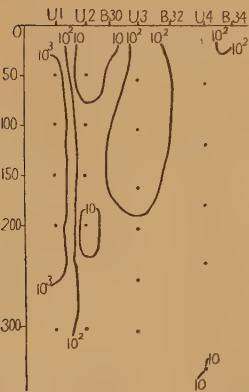


Fig. 3-5. Vertical section
of *Rhizosolenia stolterfothii*, along
U line (cells/L).

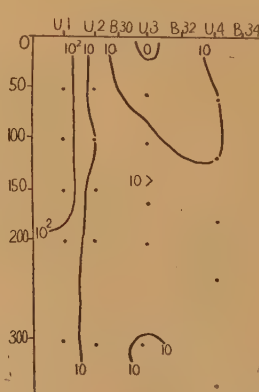


Fig. 3-6. Vertical section
of *Chaetoceros socialis*, along U
line (cells/L).

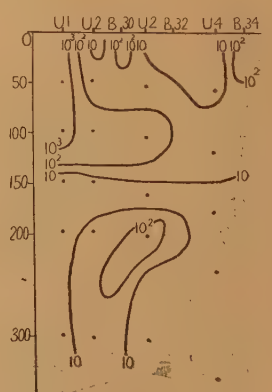


Fig. 3-7. Vertical section
of *Chaetoceros compressus*, along
U line (cells/L).



Fig. 3-8. *Sagitta bedoti*, 0—100m, (inds./m³).



Fig. 3-9. *Eucalanus subtennis*, 0—100m, (inds./m³).

1958 年 5 ～ 6 月本州南方海域海洋観測報告

神戸海洋気象台 海洋課

Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū from May to June, 1958

Oceanographical Section, Kōbe Marine Observatory

観測船 春風丸 (船長 川池 寛)

観測員 勝浦 寛 (長)・三宅 昇・北村弘行・柴田多美雄・入江一男・大西 郷・山口和之 (長崎海洋)

観測期間 1958 年 5 月 9 日～6 月 3 日 (26 日間)

測点数 各層 53 点・BT 52 点・GEK 79 点

(136°E 以東は海上保安庁水路部 (5 月 1 日～12 日) の資料を参照した)

観測概要

1. 海 況

本年 3 月, 九州の沖合を北上していた黒潮は, 今回の観測ではかなり接岸していて, 四国沖・潮岬沖でも引続き接岸している。黒潮域の水温は, 昨年同期とほとんど変りない。

潮岬沖の G 線では, 前後 4 回にわたって反復観測を行なつたが, St. G₁ では, 南西流 0.3 ノット (5 月 10 日) が東流 2.1 ノット (5 月 13 日) に変わり, 水温も上昇している。これは黒潮の流軸が北に移動し, 低温・低かな沿岸水系の水が, 黒潮系の水と入れかわり, 沿岸水は岸近くに押し寄せられたと考えられる。このような短期間内の局部的変動は, 他の地域でもかなり起つていであろうと想像されるが, この原因としては, この間に潮岬沖を通過したやゝ発達した低気圧の影響によるものと思われる。そして黒潮の流れはこの後も更に北に移動し, より接岸しているのが 3・4 回目の観測で認められる。

塩素量の分布は, 表面を除いては水温に対応した単純な分布をしているが, 表面の分布はやゝ複雑で, これも気象の影響がかなりあるのではないと思われる (勝浦 寛)。

2. 化学成分

今回の観測には, 溶在酸素のほかに, G 線で pH の測定を, 若干の観測点で nitrite-N の測定を行なつた。

全般的な溶在酸素の分布は 50 m 層の水平分布をみると溶在酸素量は相対的に強流部に少なく,

100 m 以深になると強流部の水平傾度は大きく、九州東岸では黒潮が接岸して四国方面に転向している様子がみられる。表層では 50 m 前後に酸素極大層がみられるがほとんど未飽和である。pH の測定は（堀場製作所の S 型）硝子電極 pH メーターを使用し、（和光純薬工業株式会社）標準緩衝液 pH 7.0 および 8.0 の二者によつて補正を行なつた。（結果は別表に記載してある）

nitrite-N の定量結果から、この時期における分布は沿岸よりで 50 m ~ 100 m、外洋で 100 m あたりに存在し、南西諸島以西からの流入状態が示されているといえる。

潮田沖 G 線で行なつた反覆観測の結果は 300 m までの鉛直断面を図に示してあるが、時間の経過とともに徐々に黒潮が接岸している傾向にある状態と考えられる。一方沿岸の 4.0 cc/L 以下の水は接岸に関係なく存在が定常的であるので南北方向の傾度が時間と共に漸次大きくなつていく。

（北村弘行）。

3. プランクトン

(1) 珪藻プランクトン（採水沈澱法）

総細胞数は平均して 3 月と大差なく 1 l 中で 1.7×10^4 （最大： 2.3×10^5 ，最小：90）を示している。高密度は黒潮主流部にあつて $10^4 \sim 10^5$ の値を示し、一方四国沿岸および黒潮の南沖に低密度を形成している（Fig. 3-1）。この傾向は個々の種の分布についても見られる（Fig. 3-2 ~ 3-4）。組成的には *Nitzschia seriata*, *Leptocylindrus danicus* が各点に高い比率を示している。

(2) 動物プランクトン（O ネット、0-100 m 鉛直採集）

総個体数は 1 m³ 中 10^2 から 2×10^3 に達している。四国沿岸低温域には *Sagitta bedoti* (Fig. 3-5), *Paracalanus parvus* (Fig. 3-6) 等が卓越し、*Penilia schmackeri* が 50% を超える点も見られる。*Eucalanus pileatus* (Fig. 3-7) は黒潮主流部に高密度を示し、*Calanus minor* (Fig. 3-8) は *Sagitta hexaptera*, *Sag. lyra*, *Mecynocera clausi* 等と共に黒潮の南側沖合に卓越してそれぞれの水塊を特徴づけている。

G 線は前後 3 回にわたつて反復採集したが、流軸の変動に従つて G₁ 点に短期間に著しい量的変化が見られる。ことに 5 月 10 日は組成的にも他の 2 回と異り、沿岸低温種の卓越が見られる（古橋賢造）。

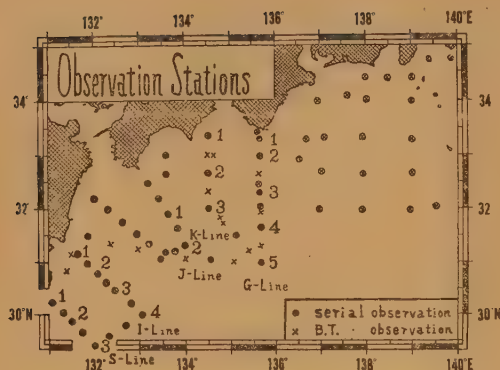


Fig. 1-1. Location of observation stations.
⊗ : occupied by Takuyō (May, 1~12).



Fig. 1-2. Surface current (knot) measured with GEK.

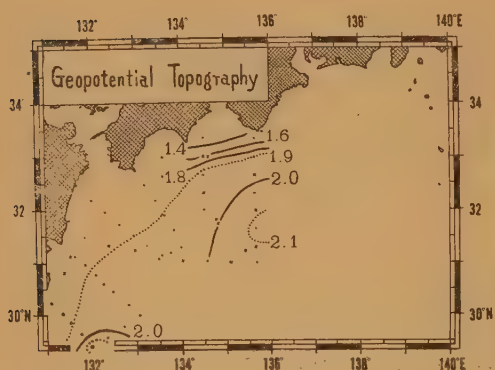


Fig. 1-3. Geopotential topography referred to the 800db surface.

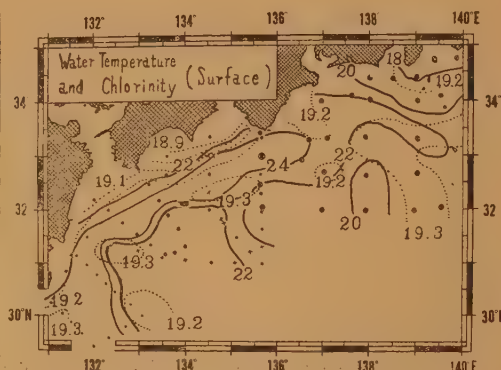


Fig. 1-4. Water temperature (°C) (full line) and chlorinity (‰) (broken line). (surface)

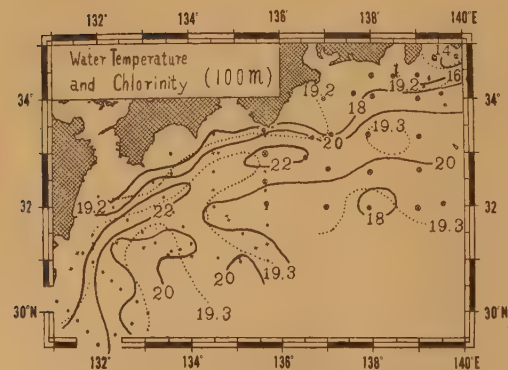


Fig. 1-5. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (100m)

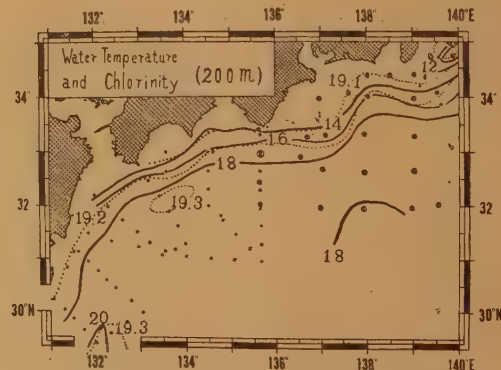


Fig. 1-6. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (200m)

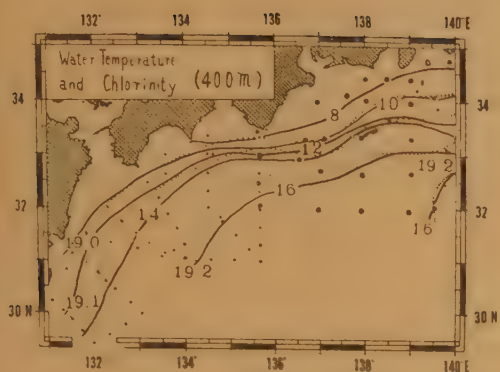
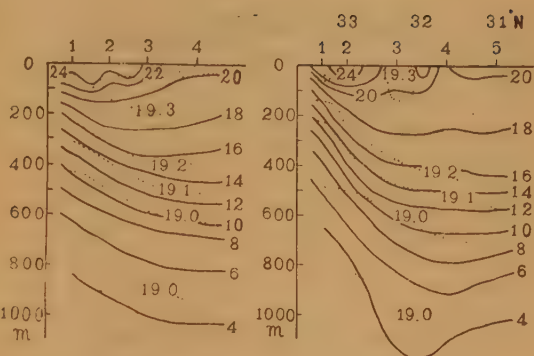


Fig. 1-7. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (400m)



a) section I. b) section G.
Fig. 1-8. Vertical sections of water
temperature (full line) and
chlorinity (broken line).

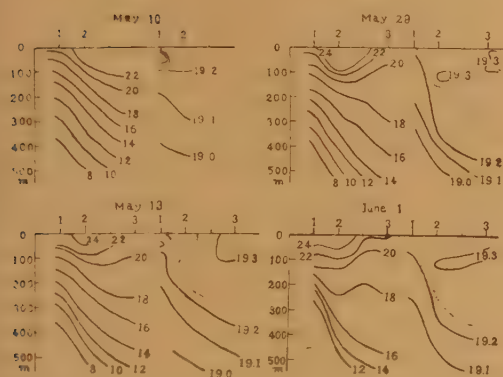


Fig. 1-9. Water temperature and chlorinity in section G (repeated observations).



Fig. 2-1. Dissolved oxygen (cc/L).
(surface)

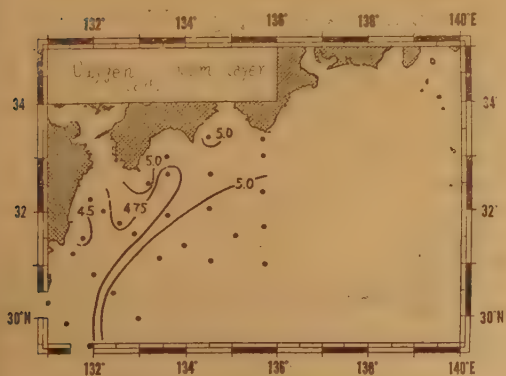


Fig. 2-2. Dissolved oxygen (cc/L).
(100m)

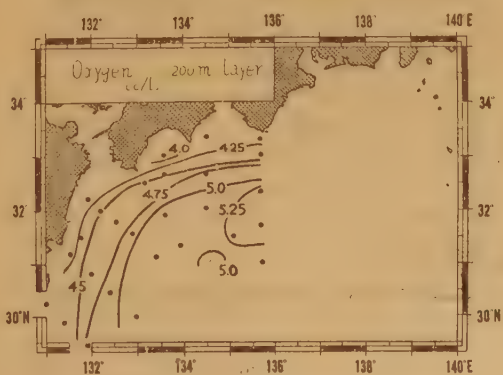


Fig. 2-3. Dissolved oxygen (cc/L).
(200m)

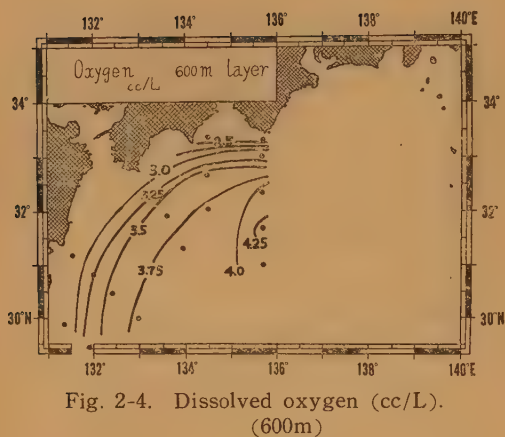


Fig. 2-4. Dissolved oxygen (cc/L). (600m)

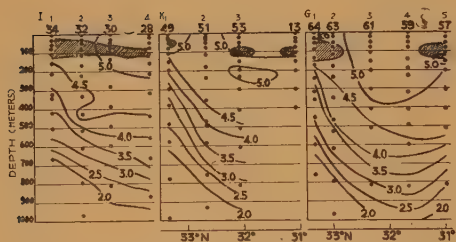


Fig. 2-5. Vertical sections of dissolved oxygen (cc/L), the shaded portion was found nitrite-N.



Fig. 3-1. Total diatoms, (cells/L). (0m)

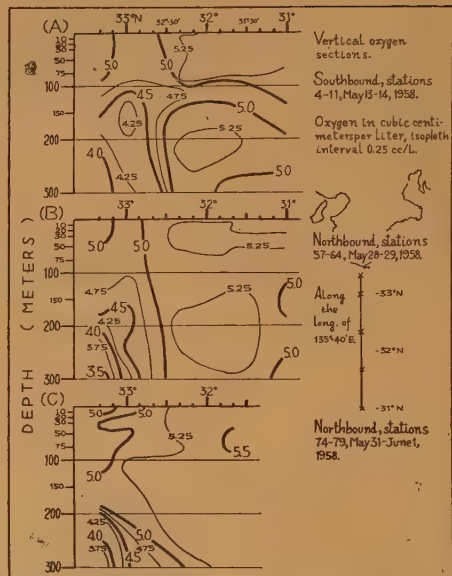


Fig. 2-6. Vertical sections of dissolved oxygen in cubic centimeters per liter from result of the repeated observations from May 13 to June 1, 1958, and the chart shows the observation stations.



Fig. 3-2. *Skeletonema costatum*, (cells/L). (0m)



Fig. 3-3. *Bacteriastrum comosum*, (cells/L).
(0m)



Fig. 3-4. *Chaetoceros lorenzianus*, (cells/L).
(0m)

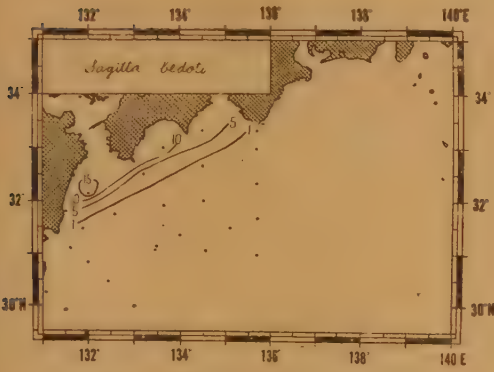


Fig. 3-5. *Sagitta bedoti*, (inds./m³).
(0-100m)

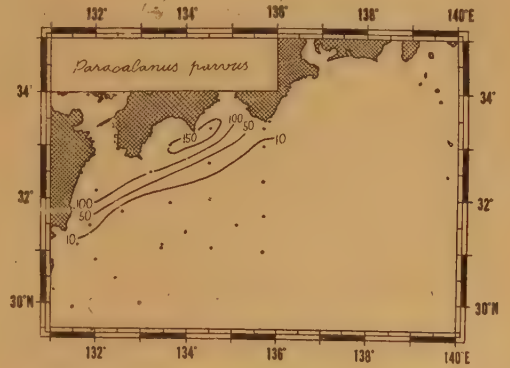


Fig. 3-6. *Paracalanus parvus*, (inds./m³).
(0-100m)



Fig. 3-7. *Eucalanus pileatus*, (inds./m³).
(0-100m)

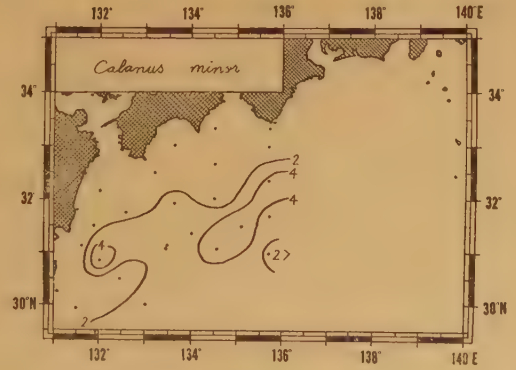


Fig. 3-8. *Calanus minor*, (inds./m³).
(0-100m)

No.23~24

1958年7～9月本州南方海域海洋観測報告

神戸海洋气象台 海洋課

Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū from July to September, 1958

Oceanographical Section, Kōbe Marine Observatory

観測船 春風丸 (船長 川池 寛)
観測員 森安茂雄 (長)・矢吹文太郎・半田 達・入江一男・小長俊二・菱田耕造・古橋賢造・
下村行男・勝浦 寛・北村弘行
観測期間 1958年7月29日～8月16日, 8月28日～9月2日 (25日間)
測点数 各層 41点・BT 84点・GEK 84点
観測概要

1. 海 況

黒潮は、都井岬南東沖30浬を北東に流れ、足摺埼付近ではかなり接岸しているが、こゝからおゝむね東に向い、潮岬沖30浬付近を東流している。速州灘沖の冷水域は、 34°N 線に沿って帯状に東西に延びている。その規模は小さく、弱い湧昇は見られるが、表面海流では、反時計回りの渦はほとんど認められない。黒潮は、この冷水域の南側を東ないし東北東に流れているが、流軸の位置は、従来よりもやゝ北偏している。

塩素量の分布は、おゝむね水温分布に対応しているが、沿岸近くの浅層 (150 m 以浅) では、沿岸水の張出しがやゝ大きく、T-CI 図を見ても、St. K₁, H₁, N₁ では、特に沖合の黒潮域とかなり異なつた形を示している。

台風17号が8月25日に紀伊半島に上陸したが、これの通過後、G線及びH線を反復観測した。この間約3週間を経過しているので、海況の変動は台風の影響のみによつたとは云えないが、黒潮の流軸は潮岬にかなり接岸し、St. G₁ では水温の上昇が著しく、100 m 層で 6°C 、200 m 層で 4°C の上昇が見られる。又この黒潮の流軸の南には、表面で 26°C 、100 m 層で 19°C 台の低水温帯が30浬の中であらわれている。又大王崎沖では、台風に伴う降水のため、沿岸水の張出しが大きく、多数の流木が沖合まで見られ、又表層の塩素量もやゝ低かんとつている (勝浦 寛)。

2. 化学成分

今回の観測は栄養塩の分析を行わなかつたので、溶在酸素について述べる。Fig. 2-1～2-5 に水平、鉛直の分布を示してある。100 m 層の水平分布を見ると、八丈島南西に、昨年同期よりやゝ溶在量の

多い水が存在し、又遠州灘から熊野灘にかけて4.0 cc/L 以下の水が存在している。400 m 層の分布をみると、昨年同期と傾向は同じであるが、本年は遠州灘に溶在量の少ない水が存在する一方、沖合には5.0 cc/L 以上の水が認められる。

鉛直構造では、昨夏酸素極少層が観測されたが、本年は認められない。

Fig. 2-6, 2-7 にG線とH線で実施した台風通過前後の反復観測の結果を示してある。この分布から、黒潮の流速、流軸位置の変動にともなう酸素の変化様式が応答されていると考えられる。例えば400 m 層付近の3.0 cc/L 等量線の位置変化は、台風通過後には約30哩北上している。

(北村弘行)。

3. プランクトン

(1) 珪藻プランクトン (表面採水沈澱法) : 気象庁丸茂技官検鏡

四国沿岸及び遠州灘に 10^4 cells/L の高密域があり、沖合に向つて減少し黒潮の南側では 10^2 cells/L 以下の低密域を形成している (Fig. 3-1)。個々の種も大部分は総細胞数の分布と同様な傾向を示しているが (Fig. 3-2, 3-3), *Thalassionema nitzschioides*, *Climacodium biconcavum* 等は遠州灘の低温域には全く見られない (Fig. 3-4)。

(2) 動物プランクトン (O ネット, 0~100 m 鉛直採集)

個体数 (1 m^3 中) : 橈脚類 100~800, その他が 200~2,000 で年間で最も多く、且昨年同期に比べても2倍近い増加を示している。

組成 : 遠州灘の沿岸に *Denilia schmackeri* が卓越し、40%以上をしめている (Fig. 3-5)。又全般にも類類及び被囊類が卓越しているため、橈脚類は平均して全動物プランクトンの40%という低い比率を示している。*Eucalanus pileatus* 等の黒潮水に卓越する種類は帯状にかなり北偏して分布している (Fig. 3-6)。このため *Sagitta bedoti* 等の比較的沿岸的傾向を持つ種類は岸近くに狭く帯状に分布している (Fig. 3-7)。

附記 : 前回まで *Oncaea venusta* と *On. mediterranea* を一緒にして *Oncaea venusta* として報告して来たが、今回からこの二種を区別した (古橋賢造)。

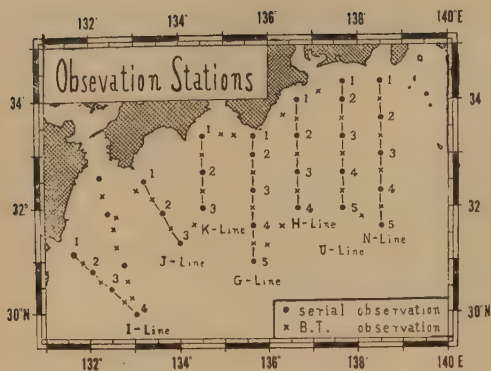


Fig. 1-1. Location of observation stations.

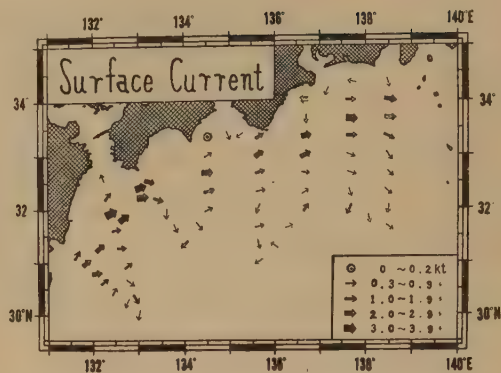


Fig. 1-2. Surface current (knot) with GEK.

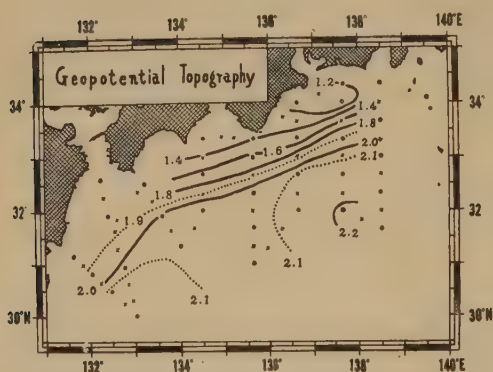


Fig. 1-3. Geopotential topography referred to the 800db surface.
(surface)

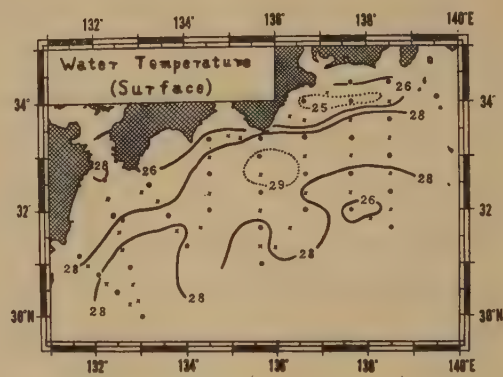


Fig. 1-4. water temperature ($^{\circ}\text{C}$).
(surface)

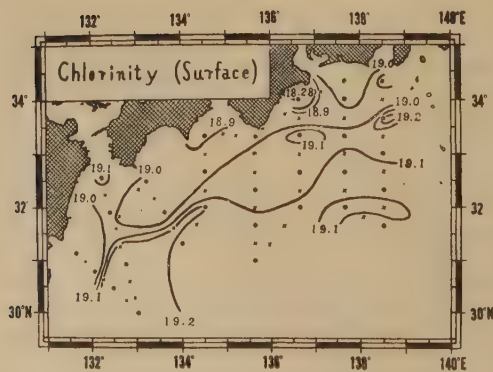


Fig. 1-5. Chlorinity (‰).
(surface)

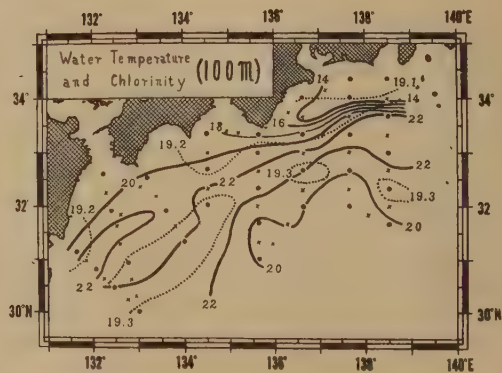


Fig. 1-6. Water temperature(full line) and
chlorinity (dotted line).
(100m)

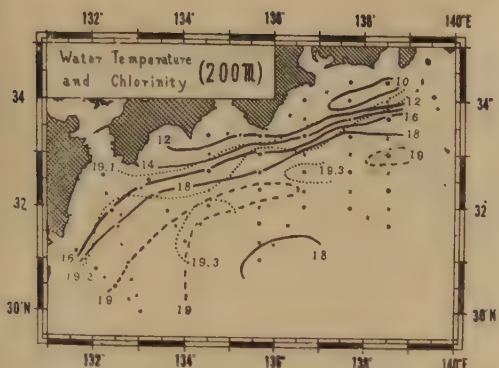


Fig. 1-7. Water temperature (full line) and chlorinity (dotted line). (200m)

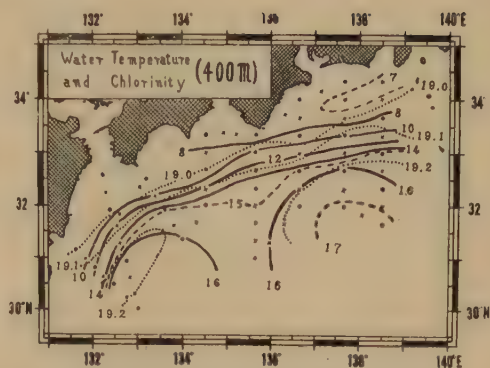
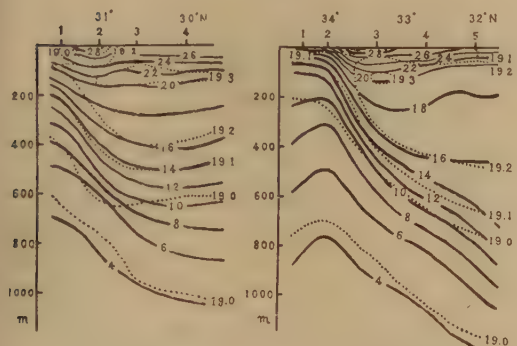
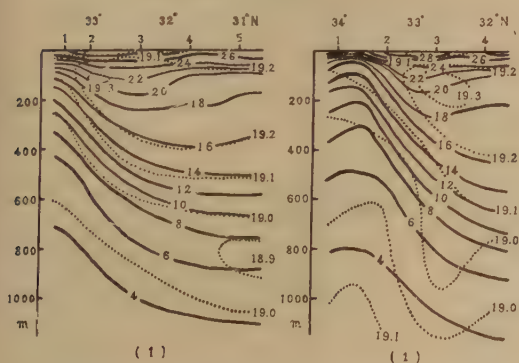


Fig. 1-8. Water temperature (full line) and chlorinity (dotted line). (400m)



(a) Section I (b) Section U
Fig. 1-9. Water temperature (full line) and chlorinity (dotted line).



(a) Section G

(b) Section H

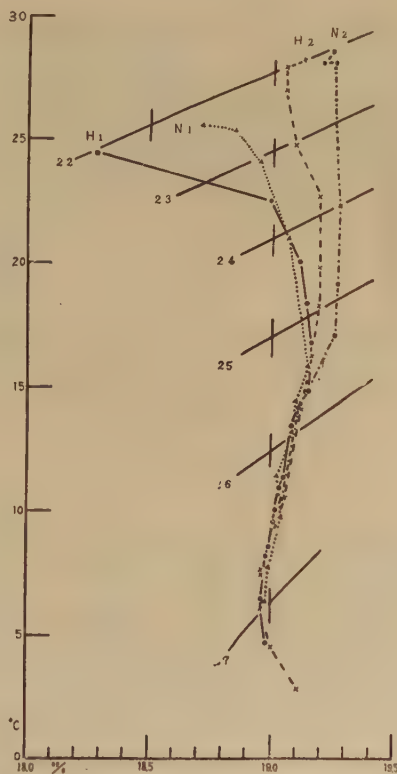


Fig. 1-11. T-Cl diagram in Sections, H and N.

Fig. 1-10. Water temperature (full line) and chlorinity (dotted line) of repeated observation sections.

- (a) Section G; (1) Aug. 4-5.
(2) Aug. 30-31.
(b) Section H; (1) Aug. 5-6.
(2) Aug. 29-30.

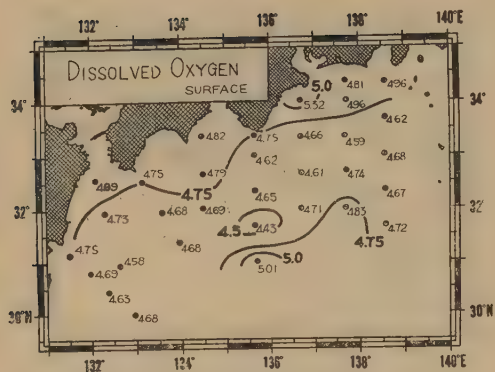


Fig. 2-1. Dissolved oxygen (cc/L).
(Surface)

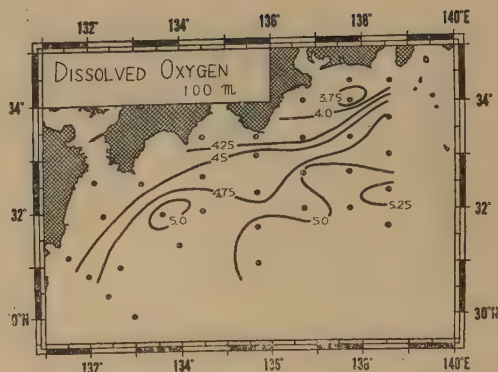


Fig. 2-2. Dissolved oxygen (cc/L).
(100m)

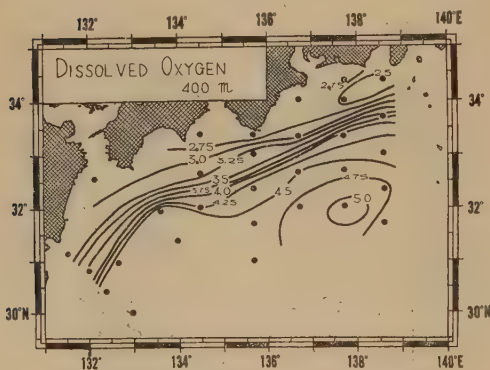


Fig. 2-3. Dissolved oxygen (cc/L).
(400m)

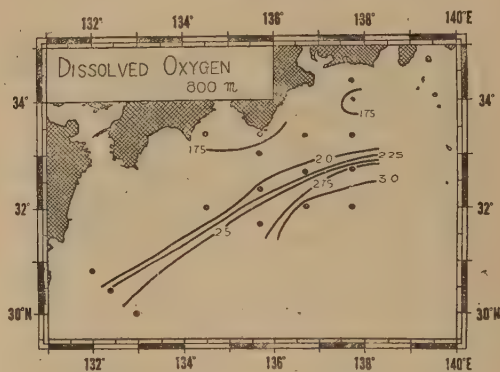


Fig. 2-4. Dissolved Oxygen (cc/L)
(800m)

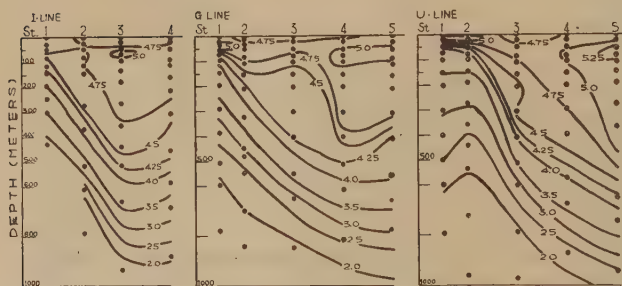


Fig. 2-5. Vertical sections of dissolved oxygen (cc/L).

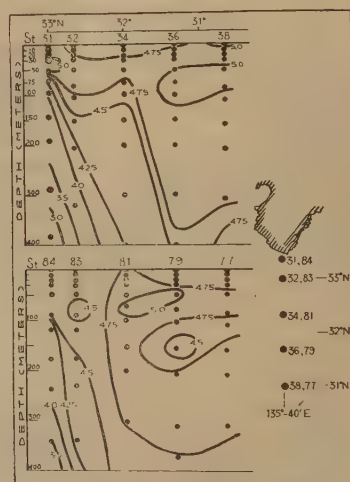


Fig. 2-6. Vertical dissolved oxygen
sections (cc/L).
Upper ; Southbound, Station 31-38,
August 4-5, 1958.
Lower ; Northbound, Station 77-84,
August 30-31, 1958.

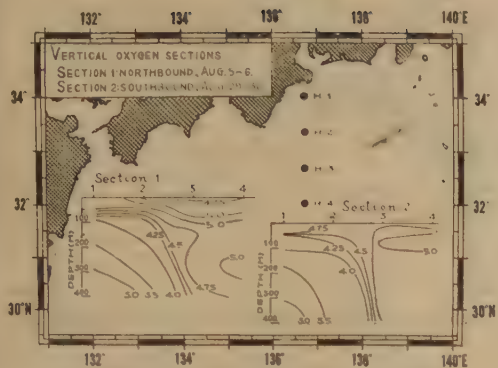


Fig. 2-7. Vertical dissolved oxygen sections (cc/L).

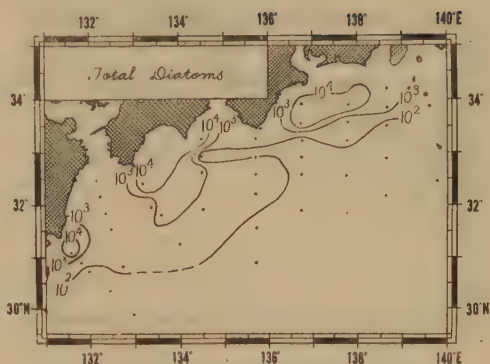


Fig. 3-1. Total diatoms (cells/L). (0m)



Fig. 3-2. Chaetoceros compressus (cells/L). (0m)



Fig. 3-3. Nitzschia seriata (cells/L). (0m)



Fig. 3-4. Thalassionema nitzschoides (cells/L). (0m)



Fig. 3-5. Penilia schmackeri (inds./m³). (0-100m)

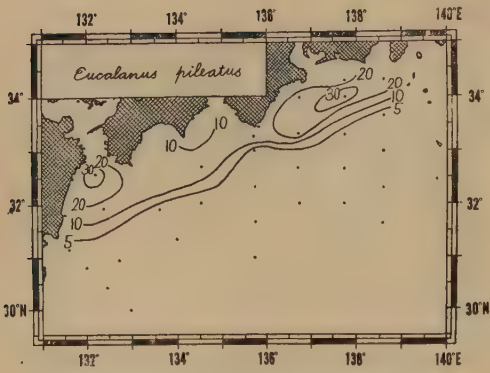


Fig. 3-6. *Eucalanus pileatus* (inds./m³).
(0-100m)

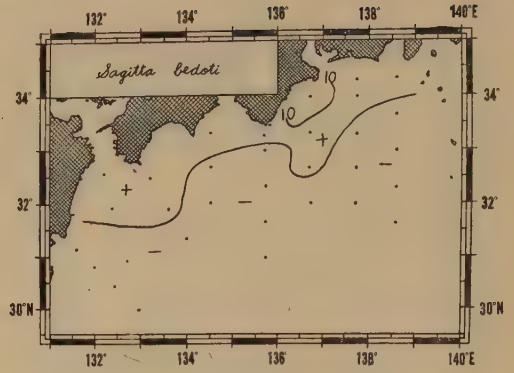


Fig. 3-7. *Sagitta bedoti* (inds./m³).
(0-100m)



Fig. 3-8. *Sagitta Hexaptera* (inds./m³).
(0-100m)

1958年10~12月本州南方海域海洋観測報告

神戸海洋気象台 海洋課

Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū from October to December, 1958.

Oceanographical Section, Kobe Marine Observatory

観測船 春風丸 (船長 川池 寛)
観測員 勝浦 寛 (長)・矢吹文太郎・北村弘行・入江一男・大西 郷・小長俊二
(気象): 金谷光三・長尾真也
観測期間 1958年10月28日~11月11日, 11月20日~12月2日
測点数 各層 42点・BT 90点・GEK 90点
観測概要

1. 海 況

黒潮は、九州東岸から四国南岸にかけては、約30哩の沖合を流れているが、潮岬沖では、かなり接岸している。GEKによる表面海流は、従来よりやや弱く、全域を通じて2ノット以上の流れは認められない。したがってその流路も、従来のようにはつきりせず、幅もやや大きく、水温の水平傾度はゆるやかである。

遠州灘沖の冷水域は小規模で、黒潮は、潮岬付近から東北東に向っている。なお海上保安庁水路部の明洋の観測(11月17日~12月2日)によると、冷水域は伊豆列島沿いに南東に大きく張り出し、黒潮は、御前崎南沖から大きな meander をなし八丈島の南を通って房総沖に北上している。

潮岬沖のG線は、3回反復観測を行なったが、季節変化と思われる水温の下降が見られるだけで、大きな変化は認められない。

塩素量の分布は、おおよそ水温分布に対応した単純な分布を示している(勝浦 寛)。

2. 化学成分

(1) 溶在酸素

Fig. 2-1~2-5 に水平分布を示す。100 m 以浅は全海域にわたって、ほとんど一様な溶在量を示し、100 m 以深も、遠州灘沖に冷水域が存在しないために、単純な分布を示している。溶在量は昨年同期と比較して変化はない。Fig. 2-10 に鉛直構造の一例として I, G, U の三線について 1200 m まで示した。酸素極少の存在深度は、G線が他よりもやや深くなっているのが示されている。又 Fig. 2-12 に G線で行った反復観測の 400 m までの結果を示した。これによつて短期間の酸素変動の概路がうかが

われる。

(2) 栄養塩

Fig. 2-6~2-9 に phosphate-P と silicate-Si の水平分布を示す。四国沖の黒潮主流以南は含有量や少なく遠州灘沖はやゝ多い。鉛直構造は Fig. 2-11 に示してある。各断面共に溶存酸素と同様な分布傾向である(北村弘行)。

3. プランクトン

(1) 珪藻プランクトン(表面採水沈澱法)：気象庁丸茂技官検鏡

総細胞数は少なく僅かに遠州灘の二点に 10^4 cells/L 次の高密域が見られる。いで四国沖から紀伊水道にかけて 10^3 cells/L の区域があり、黒潮の南側では 10^2 以下である。夏季の観測を除いてこのような低密を示したことは始めてであるが、観測の時期がおくれたため冬季の減衰を示し始めたものと考えられる(Fig. 3-1)。個々の種の分布も同様な傾向を示しているが、潮岬沖の St G₁, G₂ では第2回の観測では第1回に比べて著しく増加している。これは第1回の観測の時には黒潮がより接岸していたためと考えられる(Fig. 3-2, 3-3)。図には第2回の値のみを示す。

(2) 動物プランクトン(Oネット, 0~100 m 鉛直採集)

個体数(1 m³ 中)：橈脚類 20~400, その他が 70~600 で夏に比べて共に $\frac{1}{2}$ 以下に低下している。(Fig. 3-4)。

組成：部分的な卓越はみられず、橈脚類の全動物プランクトンに対する比率は平均して60%を占めている。これはこの季節の特色であつて年間で最も高い比率を示す。沿岸水の影響を示す種類は四国沿岸から遠州灘の狭い部分に限られ(Fig. 3-5)、一方黒潮系の種類は九州、四国沖でかなり巾広く分布している(Fig. 3-6)。流速の小さいことと関連して黒潮が表層付近でかなり巾が広がつたためと推察される。*Mecynocera clausi*, *Dierosagitta draco* (Fig. 3-7) 等の外洋種は潮岬沖ではかなり北までみられる。

附記：(1) 今回から沈澱量及び個体数について流量計による補正を行う。今回の観測では鋼線の傾斜($0^\circ \sim 50^\circ$)にはば比例して漏水量が 10 m³ から 18 m³ まで変動した。

(2) 前回まで *Salpa mucronata* として報告してきた種類は *Thalia democratica* のシノニムであるので今回より訂正する(古橋賢造)。

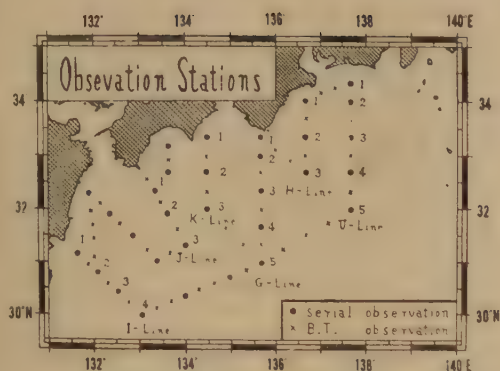


Fig. 1-1. Location of observation stations.

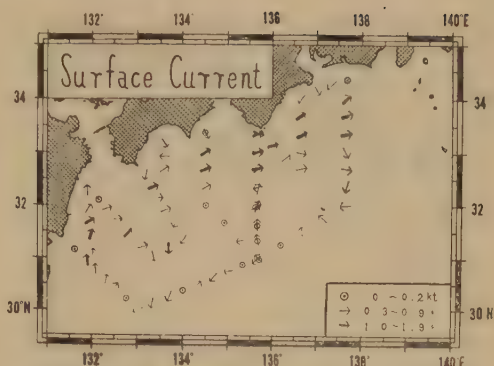


Fig. 1-2. Surface current (knot) measured with GEK.

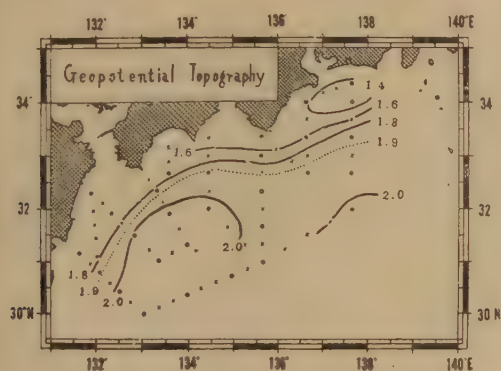


Fig. 1-3. Geopotential topography referred to the 800db surface.
(surface)

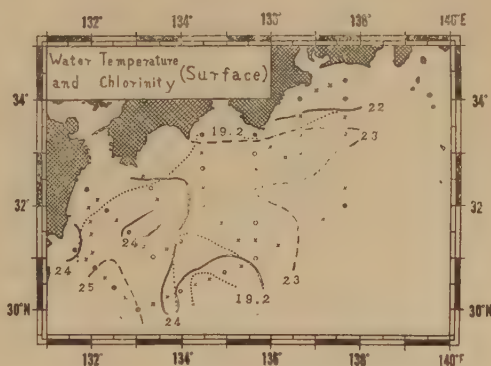


Fig. 1-4. Water temperature (full line) and chlorinity (dotted line).
(surface)



Fig. 1-5. Water temperature (full line) and chlorinity (dotted line).
(100m)

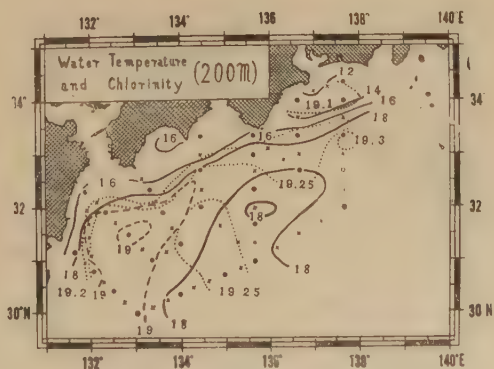


Fig. 1-6. Water temperature (full line) and chlorinity (dotted line).
(200m)

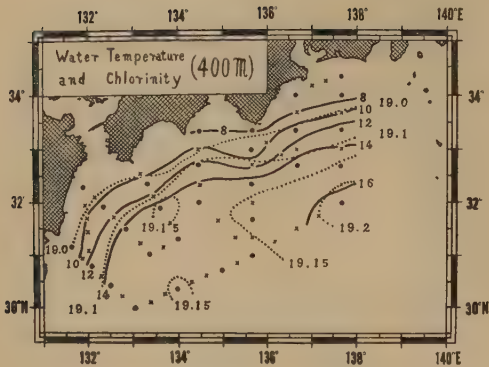
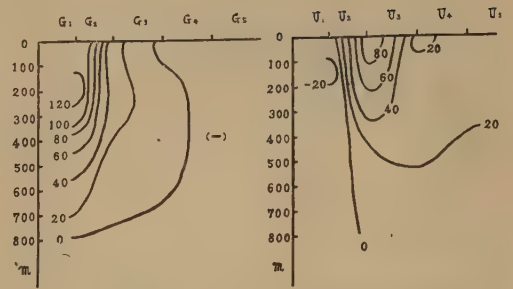
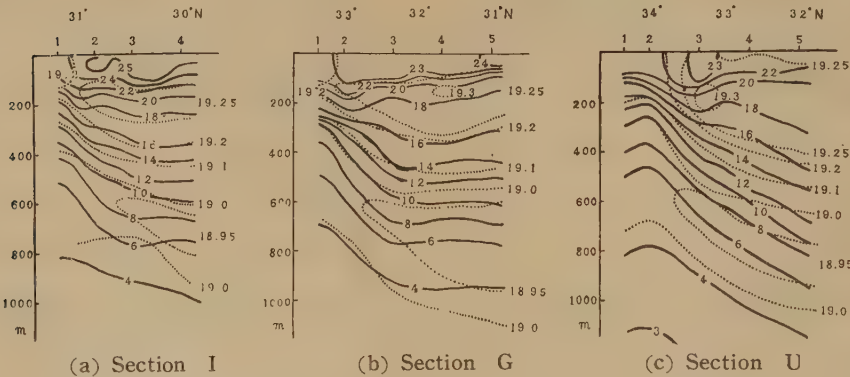


Fig. 1-7. Water temperature (full line) and chlorinity (dotted line). (400m)



a) Section G (+ : E) b) Section U (+ : E)

Fig. 1-9. Computed current velocity (cm/sec).



(a) Section I

(b) Section G

(c) Section U

Fig. 1-8. Water temperature (full line) and chlorinity (dotted line).

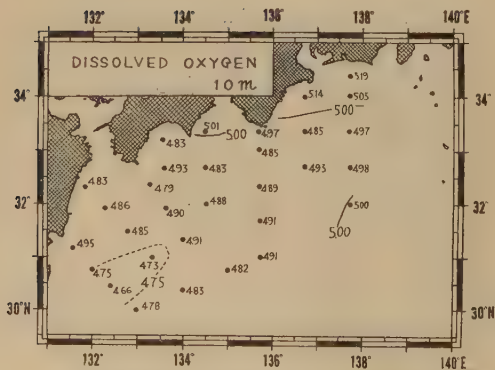


Fig. 2-1. Dissolved oxygen (cc/L). (10m)

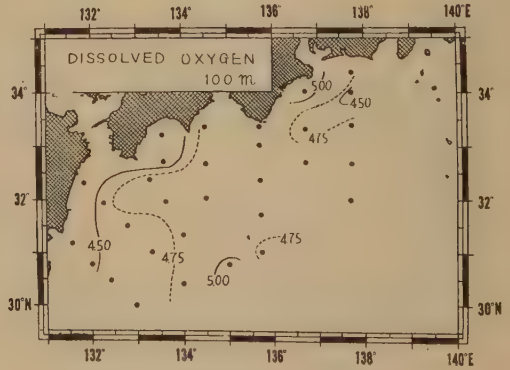


Fig. 2-2. Dissolved oxygen (cc/L). (100m)



Fig. 2-3. Dissolved oxygen (cc/L).
(200m)



Fig. 2-4. Dissolved oxygen (cc/L).
(400m)

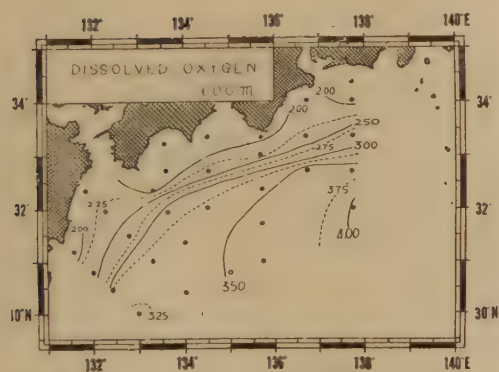


Fig. 2-5. Dissolved oxygen (cc/L).
(600m)

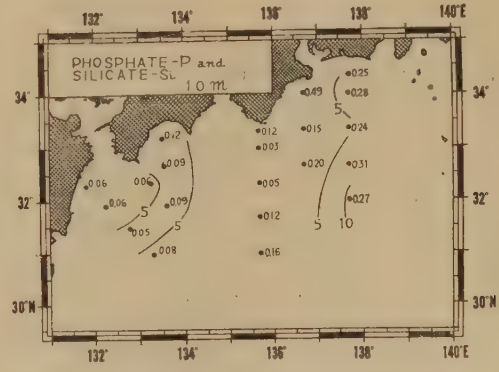


Fig. 2-6. Phosphate-P and silicate-Si ($\mu\text{g-atoms/L}$)
(10m). Points indicate phosphate values
and solid lines indicate silicate values.

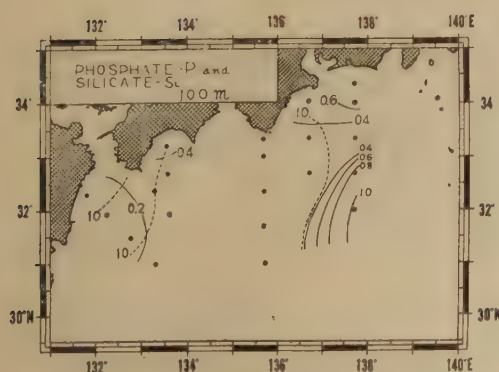


Fig. 2-7. Phosphate-P (solid) and silicate-Si
(dotted) ($\mu\text{g-atoms/L}$).
(100m)

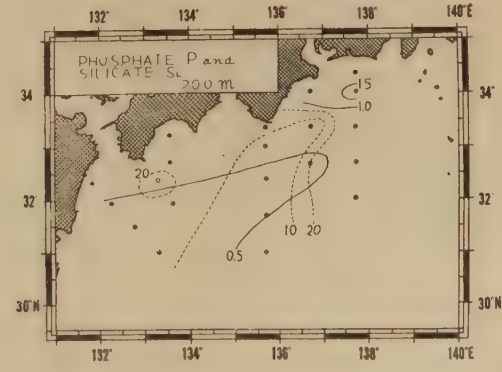


Fig. 2-8. Phosphate-P (solid) and silicate-Si
(dotted) ($\mu\text{g-atoms/L}$).
(200m)

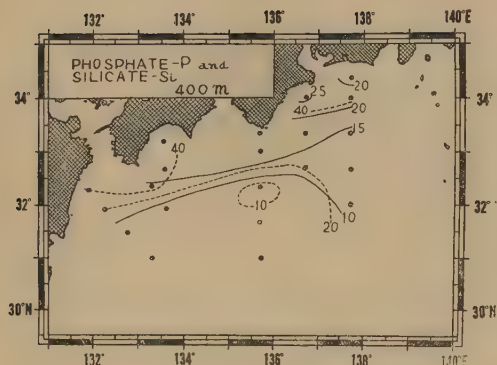


Fig. 2-9. Phosphate-P(solid)and silicate-Si (dotted) ($\mu\text{g-atoms/L}$). (400m)

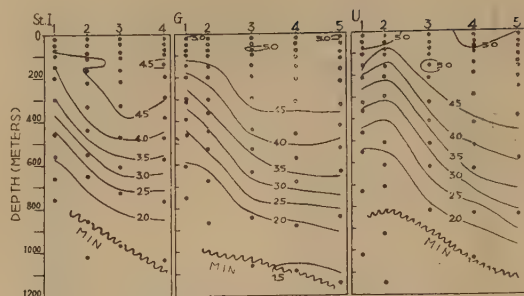


Fig. 2-10. Vertical sections of dissolved oxygen (cc/L).

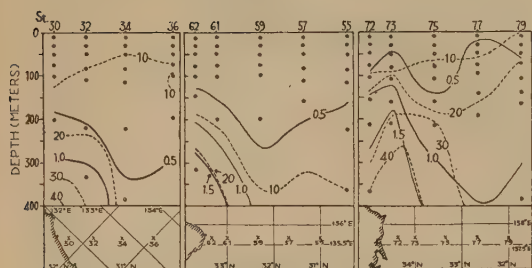


Fig. 2-11. Vertical sections of phosphate-P (solid) and silicate-Si (dotted) ($\mu\text{g-atoms/L}$).

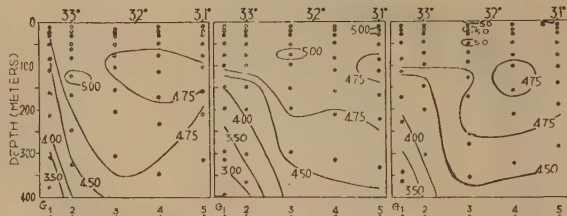


Fig. 2-12. Vertical sections of dissolved oxygen on each leg of Cruise 58-4.

Left ; October 29 to 30, 1958.

Middle ; November 21 to 22, 1958.

Right ; November 29 to 30, 1958.



Fig. 3-1. Total diatoms (cells/L). (0m)

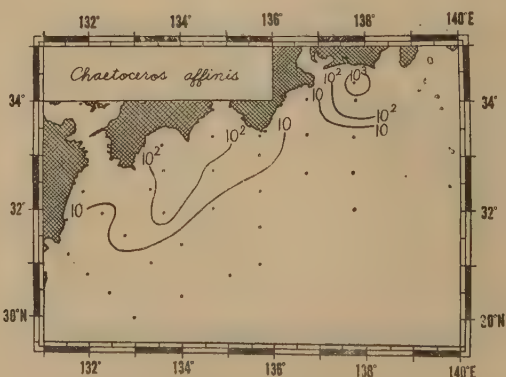


Fig. 3-2. *Chaetoceros affinis* (cells/L). (0m)

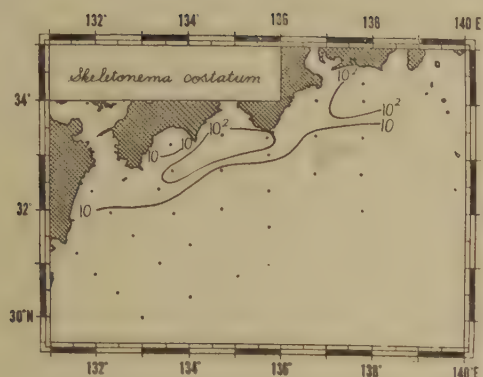


Fig. 3-3. *Skeletonema costatum* (cells/L).
(0m)

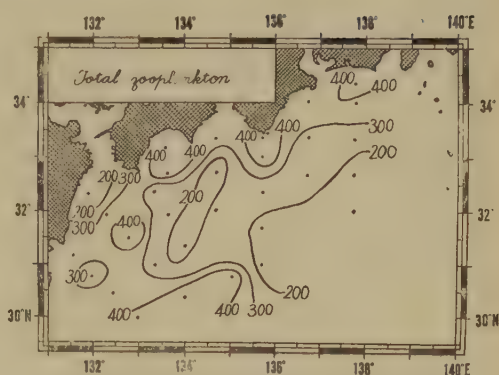


Fig. 3-4. Total Zooplankton (inds./m³).
(0-100m)



Fig. 3-5. *Sagitta bedoti* (inds./m³).
(0-100m)

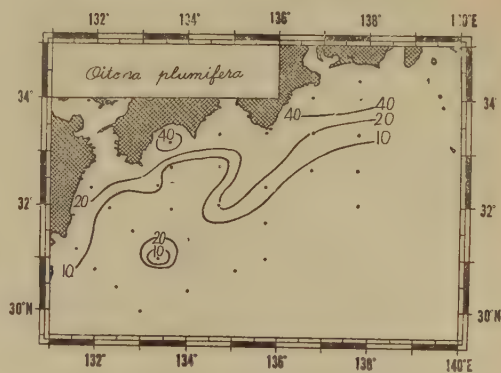


Fig. 3-6. *Oithona plumifera* (inds./m³).
(0-100m)



Fig. 3-7. *Pterosagitta draco* (inds./m³).
(0-100m)

No.25~26

1959 年 2 ～ 3 月本州南方海域海洋観測報告

神戸海洋気象台 海洋課

Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū from February to March, 1959

Oceanographical Section, Kōbe Marine Observatory

観測船 春風丸 (船長 川池 寛)
観測員 勝浦 寛 (長)・矢吹文太郎・北村弘行・入江一男・大西 郷・小長俊二
(気象) : 隼田公地・明戸 謙・伊藤彰則
観測期間 1959 年 2 月 23 日～3 月 28 日
測点数 各層 37 点・BT 89 点・GEK 89 点
観測概要

1. 海 況

九州の東岸日向灘には、例年通り広範囲に低温域があつて、黒潮は、これを迂回して約 80 哩の沖合を北上している。しかし、足摺埼・室戸埼では、やや接岸して東流し、潮岬付近では、非常に接岸している。表面流速は、昨秋の 2 kt 以下の弱い流から、3 kt 以上に回復している。遠州灘沖には、小規模な冷水域が残っているが、昨秋伊豆列島沿いに大きく南東に張出していた広範囲な冷水域は認められない。したがって黒潮は、潮岬付近からおおむね蛇行することなく東北東に向い、三宅島付近を通つて房総沖に達している。

黒潮域の水温は、例年より $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ 高く、100m 層では、ほとんどが 20°C 以上を示している。

塩素量も、黒潮域全般を通じてやや高かんで、冬季の特色である垂直混合の発達にともない、表面から 200m 層まで、 19.30‰ 以上となつている。しかし、その分布は単純で、水温の分布に対応している。(勝浦 寛)

2. 化学成分

酸素の表層分布は沿岸域に多く沖合に少ない。200m 以深は黒潮流に対応し、強流部で水平傾度が大きい。溶在量は流軸以南が以北よりも多い値となつている。遠州灘沖の酸素は、はつきりとした貧酸素域を示さず冷水域の規模が小さいことを物語っている。

100m 以浅の phosphate-P は沿岸に多くなつており、200m 以深になると酸素と同様流れに対応した変化を示している。遠州灘沖に含有量の多い区域があるがその範囲は狭い。(北村弘行)

3. プランクトン

(1) 表面珪藻プランクトン (採水沈澱法)

1 L 中の総細胞数は平均して 1.7×10^4 で、過去5年間の資料と大きな差はない。黒潮の接岸に伴ない、岸寄りに高密域を形成し、熊野灘で 3×10^5 に達している。沖合いに向うに従って減少し、最小 3×10^2 を示している (Fig. 3-1)。

個々の種の分布も大部分は同様な傾向を示しているが (Fig. 3-2), *Chaetoceros curvisetus* (Fig. 3-3) 等のように遠州灘沖合まで広い分布を示した種類もある。又 *Ch. affinis* v. *willei* (Fig. 3-4) 等は冷水域では殆んど見られない。

(2) 動物プランクトン (Oネット, 0~100m 鉛直採集)

暖水外洋種の *Mecynocera clausi* (Fig. 3-5), *Pterosagitta draco* 等は黒潮の南側沖合にのみ出現しているが、潮岬沖では岸近くまで分布している。又黒潮指標種の *Paracalanus aculeatus* (Fig. 3-6) 等は沿岸部及び南側沖合に少なく、黒潮水塊を特色づけているが、*Sagitta enflata* (Fig. 3-7) 等は低温期であるため、より南側に広い分布を見せている。比較的沿岸的傾向を持つ *Paracalanus parvus* (Fig. 3-8), *Sagitta bedoti*, *Evadne tergestina* 等は九州の南東岸及び紀伊水道から遠州灘にかけての低水温域に多く出現している。(古橋賢造)

(附 記)

1958年5月より今回の1959年3月までに行われた観測資料の中、珪藻プランクトンの検鏡を気象庁海洋生物係に依頼したのでここに記して謝意を表する。

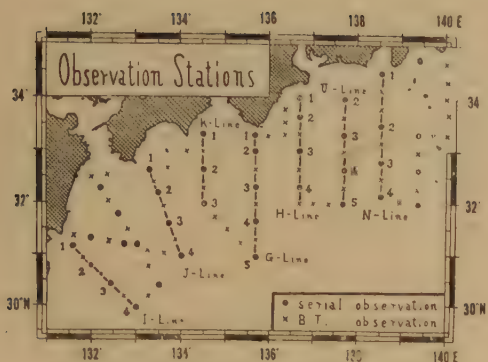


Fig. 1-1. Location of observation stations.

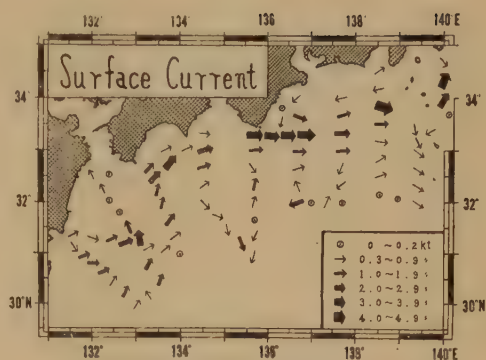


Fig. 1-2. Surface current (knot) measured with GEK.

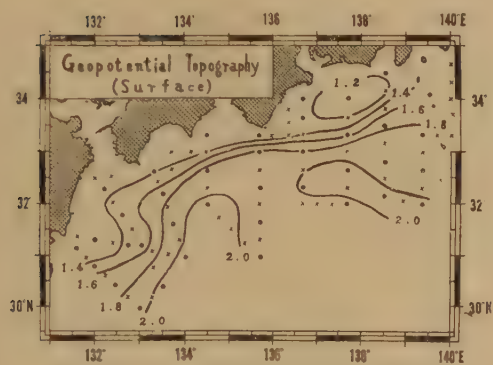


Fig. 1-3. Geopotential topography referred to the 800 db surface. (surface)

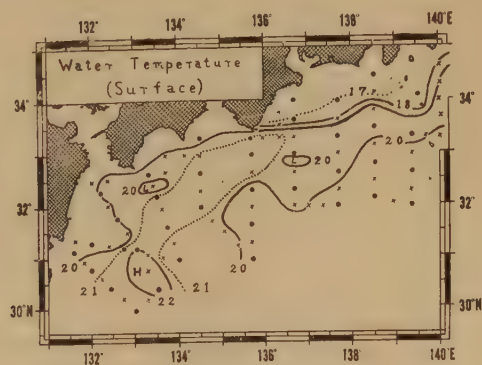


Fig. 1-4. Water temperature (°C). (surface)

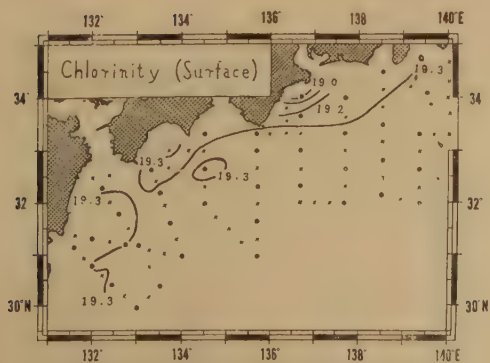


Fig. 1-5. Chlorinity (‰). (surface)

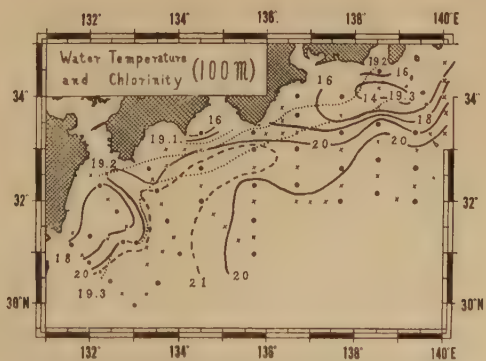


Fig. 1-6. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (100m)

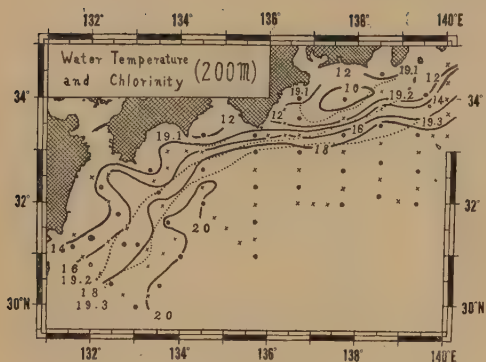


Fig. 1-7. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (200m)

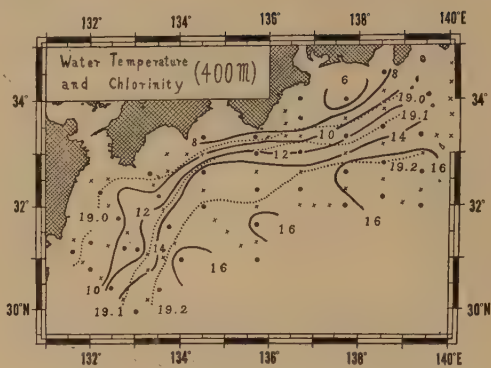


Fig. 1-8. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (400m)

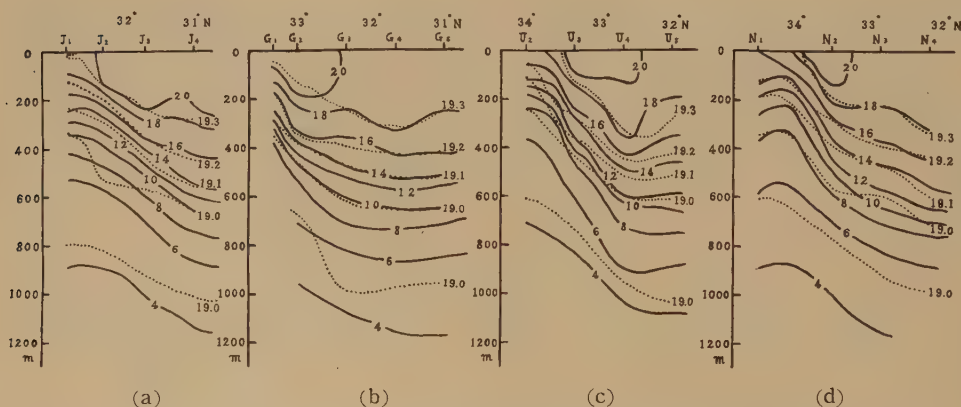


Fig. 1-9. Vertical sections of water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (a) Section J. (b) Section G. (c) Section U. (d) Section N.

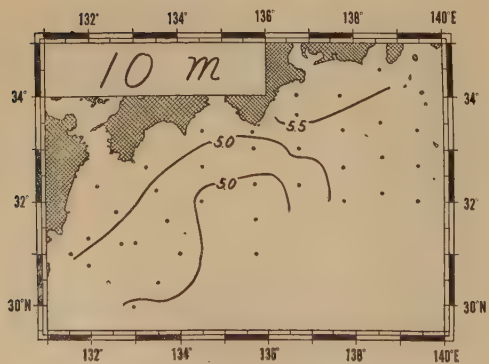


Fig. 2-1. Dissolved oxygen (cc/L). (10m)

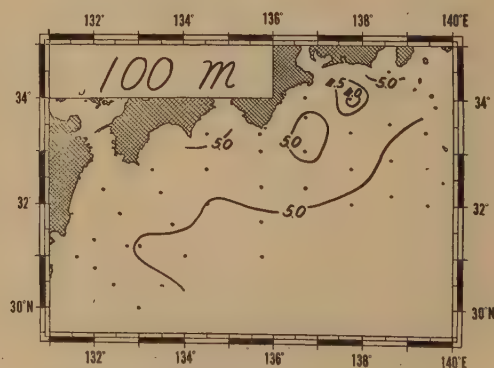


Fig. 2-2. Dissolved oxygen (cc/L). (100m)

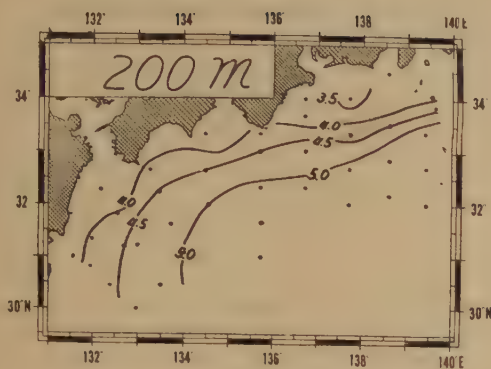


Fig. 2-3. Dissolved oxygen (cc/L).
(200m)

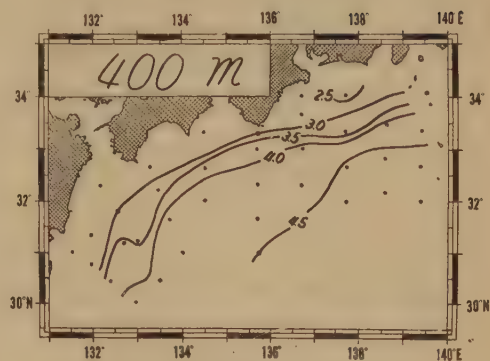


Fig. 2-4. Dissolved oxygen (cc/L).
(400m)



Fig. 2-5. Phosphate-P ($\mu\text{g-atoms/L}$).
(surface)

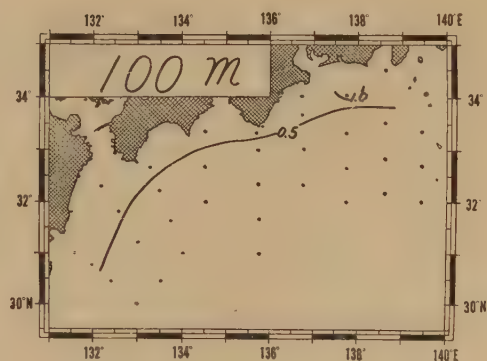


Fig. 2-6. Phosphate-P ($\mu\text{g-atoms/L}$).
(100m)

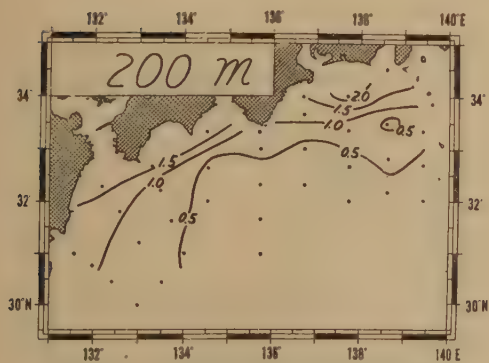


Fig. 2-7. Phosphate-P ($\mu\text{g-atoms/L}$).
(200m)

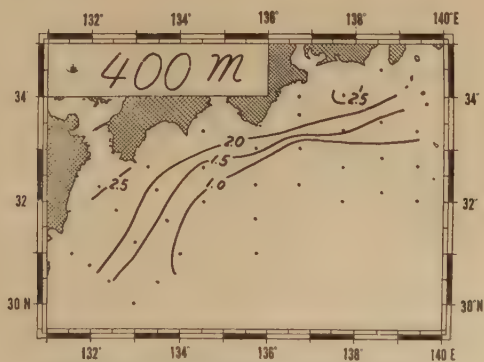


Fig. 2-8. Phosphate-P ($\mu\text{g-atoms/L}$).
(400m)

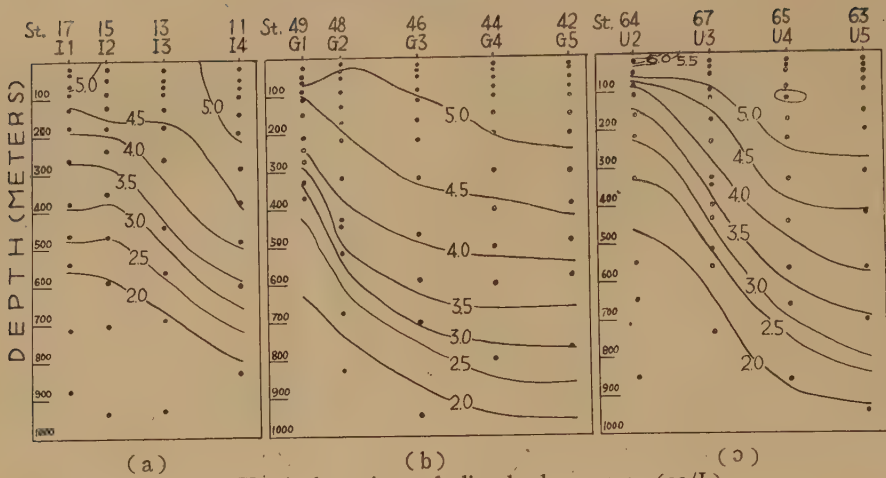


Fig. 2-9. Vertical sections of dissolved oxygen (cc/L).
(a) Section I. (b) Section G. (c) Section U.

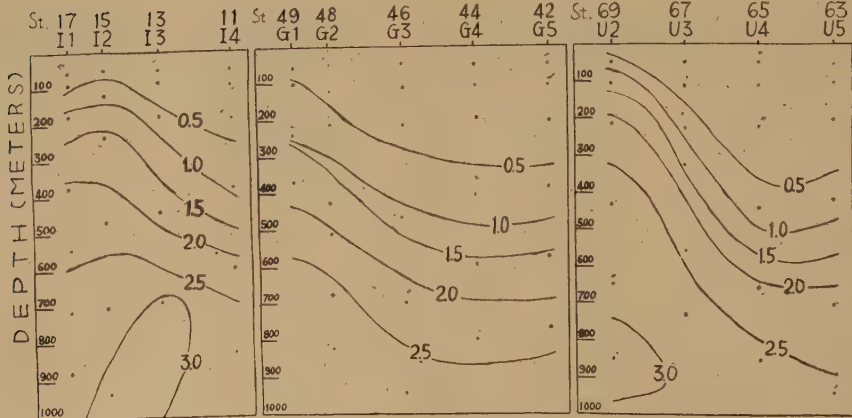


Fig. 2-10. Vertical sections of phosphate-P ($\mu\text{g-atoms/L}$).
(a) Section I. (b) Section G. (c) Section U.

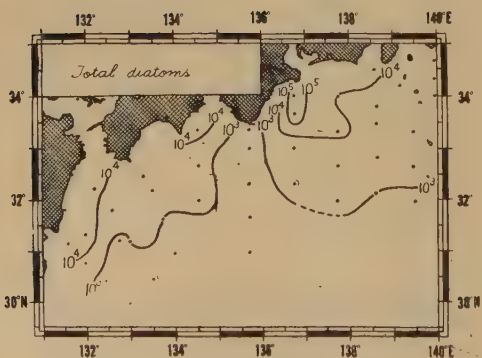


Fig. 3-1. Total diatoms (cells/L).
(surface)



Fig. 3-2. *Bacteriastrum varians* (cells/L).
(surface)



Fig. 3-3. *Chaetoceros curviretus* (cells/L).
(surface)



Fig. 3-4. *Chaetoceros affinis* v. *willei* (cells/L).
(surface)



Fig. 3-5. *Mecynocera clausi* (inds./m³).
(0-100m)



Fig. 3-6. *Paracalanus aculeatus* (inds./m³).
(0-100m)

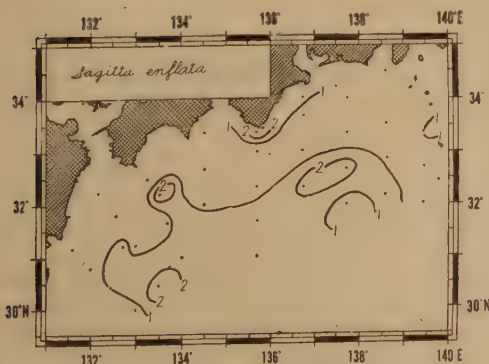


Fig. 3-7. *Sagitta enflata* (inds./m³).
(0-100m)



Fig. 3-8. *Paracalanus parvus* (inds./m³).
(0-100m)

1959 年 5 月本州南方海域海洋観測報告

神戸海洋気象台 海洋課

Report of the Oceanographic Observations in the Sea South of Honshū in May, 1959

Oceanographical Section, Kobe Marine Observatory

観測船 春風丸 (船長 川池 寛)
観測員 勝浦 寛 (長)・北村弘行・入江一男・大西 郷・古橋賢造・鷺 猛
(気象): 西野新造・小林 弘
観測期間 1959 年 5 月 7 日~28 日
測点数 各層 24 点・BT 74 点・GEK 73 点
観測概要

1. 海 況

本年 2 月日向灘には、広範囲に低温域があり、黒潮は、これを迂回して沖合を北上していた。このような海況は短期間のもので、5 月には低温域は消えて、黒潮はもとに復し、九州東岸に接岸して北上するのが、従来の例であつた。しかし、本年は、都井岬沖から東沖合に向い、およそ $31^{\circ}30'N$ 線に沿つて流れ、潮岬南沖 120 哩付近で急に向きを変えて北上し、熊野灘沿岸を流れて、遠州灘でもかなり接岸して東流している。四国沖のこの黒潮の北側には、反時計回りの渦を作つた低温域があり、弱い湧昇が認められる。遠州灘沖の冷水域は、ほとんど認められない。このように、黒潮の流れが非常に南偏して沖合を流れていることが、注目されるが、5 月下旬の観測および第 7 管区海上保安本部 (さつま) の観測によると、黒潮は、日向灘の 30 哩沖合を北東に向い、足摺埼にやゝ接岸し、潮岬沖でも、流軸が中旬より約 50 哩北に移動していることが認められる。このような実情から考えると、黒潮の異常な南偏も次第にもとに復し、四国沖の低温域も弱いので、南海沖の海況は、次第に例年通りの状態になるものと思われる。(勝浦 寛)

2. 化学成分

四国沖で南偏している黒潮が潮岬沖で流向を変え、熊野灘以東で接岸している結果、これに伴つた分布状態をしている。四国沖は広い海域にわたつて酸素が少なく栄養塩が多い。 $136^{\circ}E$ 付近で東西方向に水平傾度が大きくなり、遠州灘は富酸素、貧栄養塩となつている。なお紀伊水道沖にある低温域は酸素量少なく、栄養塩に富んでいるところから、ある程度の湧昇現象があるものと考えられる。(北村弘行)

3. プランクトン

(1) 表面珪藻プランクトン (採水沈澱法)

1 L中の総細胞数は平均して 3.3×10^4 で年間で最も豊富な生産を見せている。九州から紀伊半島にいたる沿岸部に高密域を形成し、 G_3 で 1.2×10^5 を示している。黒潮が離岸しているためこの高密域は南側沖合まで拡がり、今回の海況を特徴づけている。一方遠州灘沖では岸近くまで急激に減少し、 U_6 で最小の 3×10^3 を示している (Fig. 3-1)。

個々の種の分布も同様な傾向を示している (Fig. 3-2~3-4)。

(2) 動物プランクトン (Oネット, 0~100m 鉛直採集)

暖水外洋種の *Sagitta hexaptera* (Fig. 3-5), *Mecynocera clausi* (Fig. 3-6) 等は四国沖では僅かに南側沖合に少数見られるが、G線を境にして遠州灘沖では北の方まで広く分布している。黒潮域に多い種類は全域にわたって不規則な分布を示すものが多く (Fig. 3-7)、黒潮の流軸の変動が短期間に起つたことを示している。一方比較的沿岸性の種類は四国沖で今迄になく南側沖合まで分布し、遠州灘では岸近くのみ少数見出される (Fig. 3-8)。

尚珪藻プランクトンの検鏡は舞鶴海洋気象台化学生物係に依頼したのでここに記して謝意を表する。
(古橋賢造)

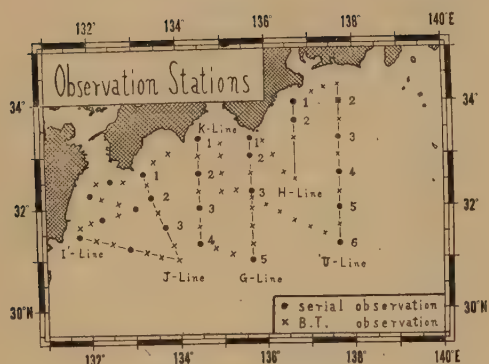


Fig. 1-1. Location of observation stations.

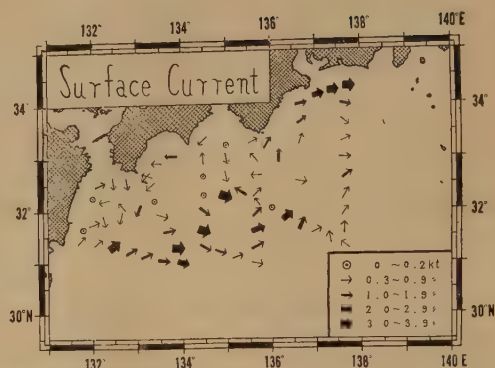


Fig. 1-2. Surface current (knot) measured with GEK.

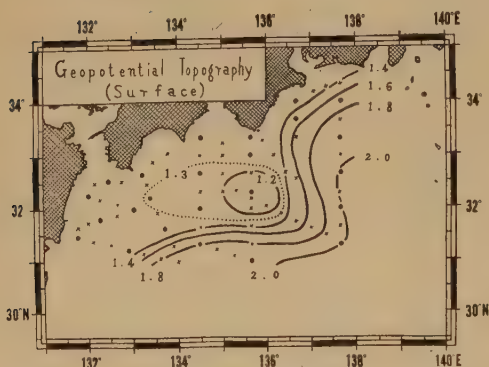


Fig. 1-3. Geopotential topography referred to the 800 db surface.

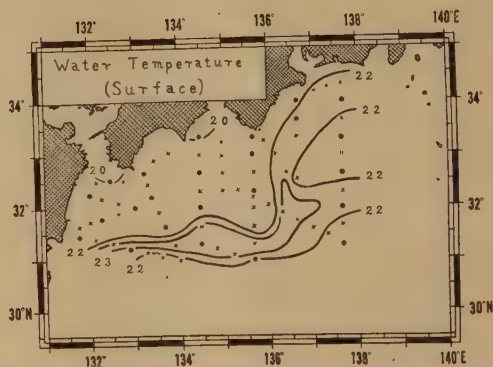


Fig. 1-4. Water temperature (°C). (surface)

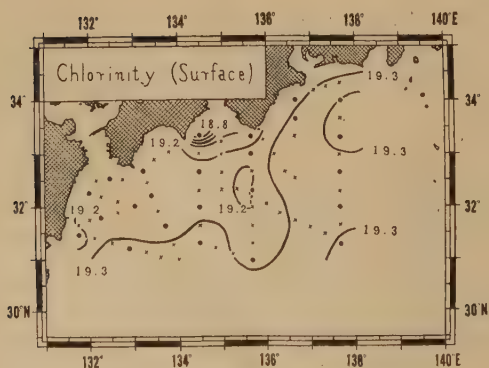


Fig. 1-5. Chlorinity (‰). (surface)

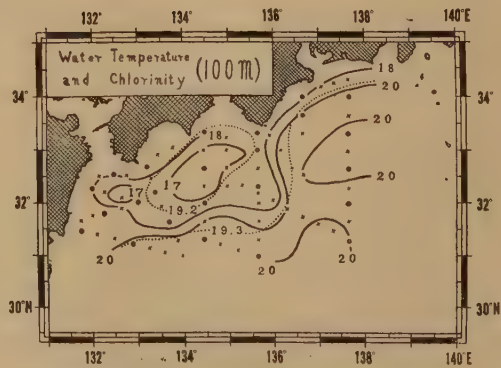


Fig. 1-6. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (100m)

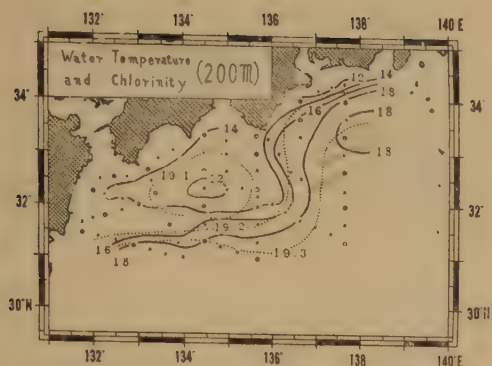


Fig. 1-7. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (200m)

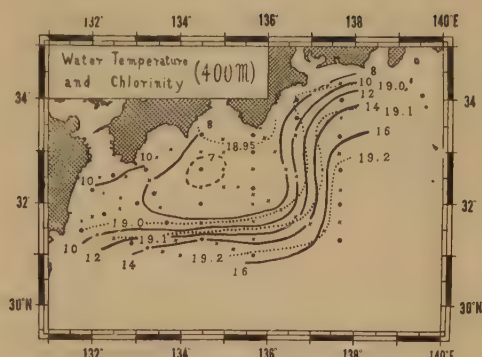
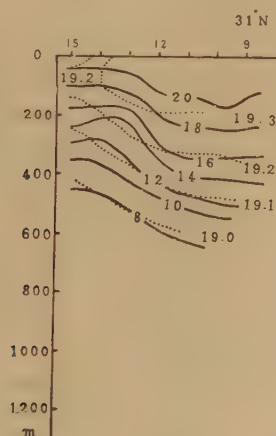
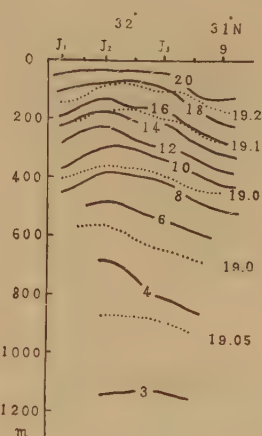


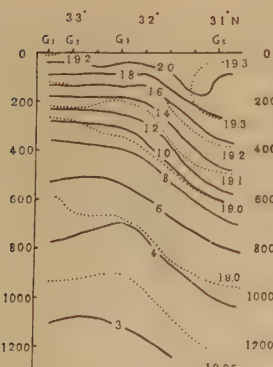
Fig. 1-8. Water temperature (full line) and chlorinity (broken line). (400m)



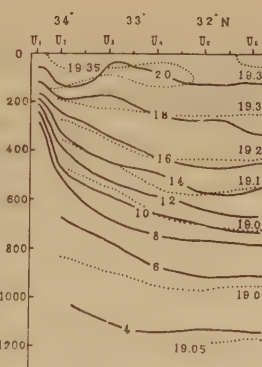
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 1-9. Vertical sections of water temperature (full line) and chlorinity (broken line).

(a) Section I'. (b) Section J.
(c) Section G. (d) Section U.

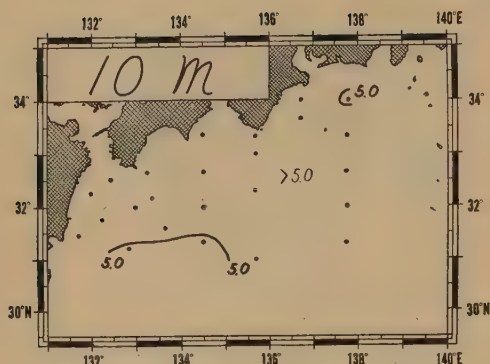


Fig. 2-1. Dissolved oxygen (cc/L).
(10m)

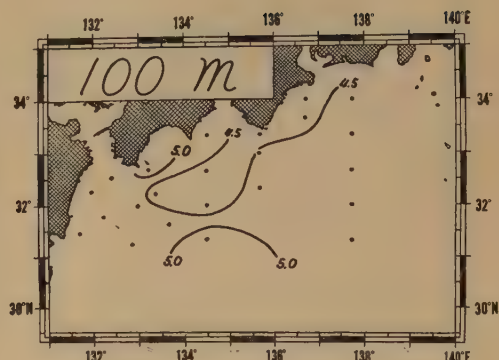


Fig. 2-2. Dissolved oxygen (cc/L).
(100m)

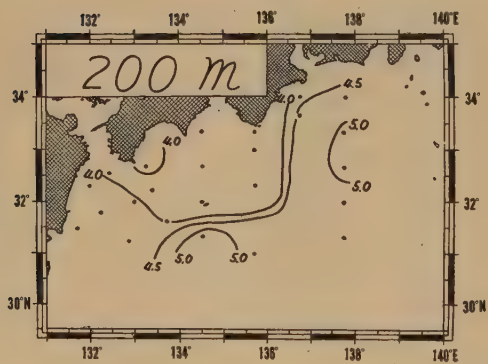


Fig. 2-3. Dissolved oxygen (cc/L).
(200m)

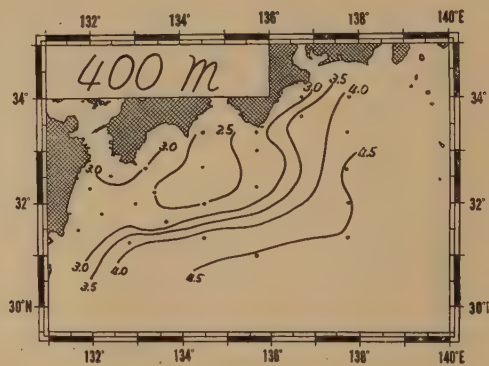


Fig. 2-4. Dissolved oxygen (cc/L).
(400m)

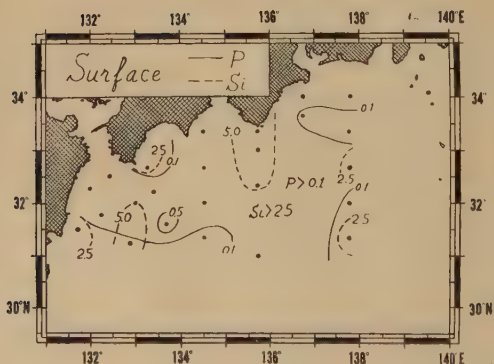


Fig. 2-5. Phosphate-P and silicate-Si
($\mu\text{g-atoms/L}$).
(surface)

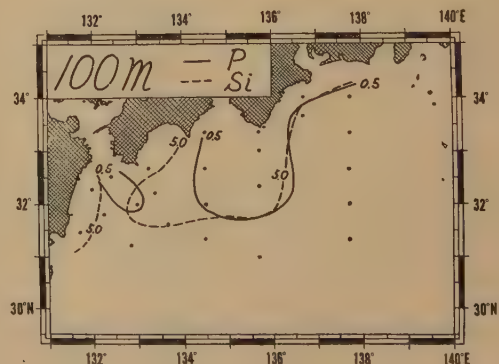


Fig. 2-6. Phosphate-P and silicate-Si
($\mu\text{g-atoms/L}$).
(100m)



Fig. 2-7. Phosphate-P and silicate-Si ($\mu\text{g-atoms/L}$). (200m)

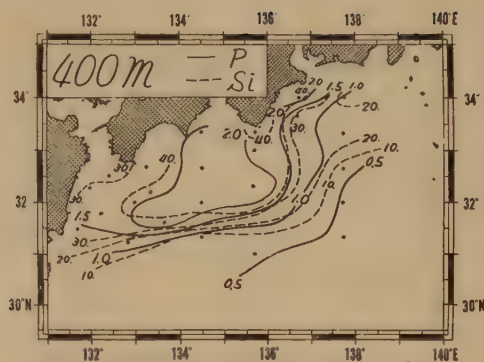


Fig. 2-8. Phosphate-P and silicate-Si ($\mu\text{g-atoms/L}$). (400m)

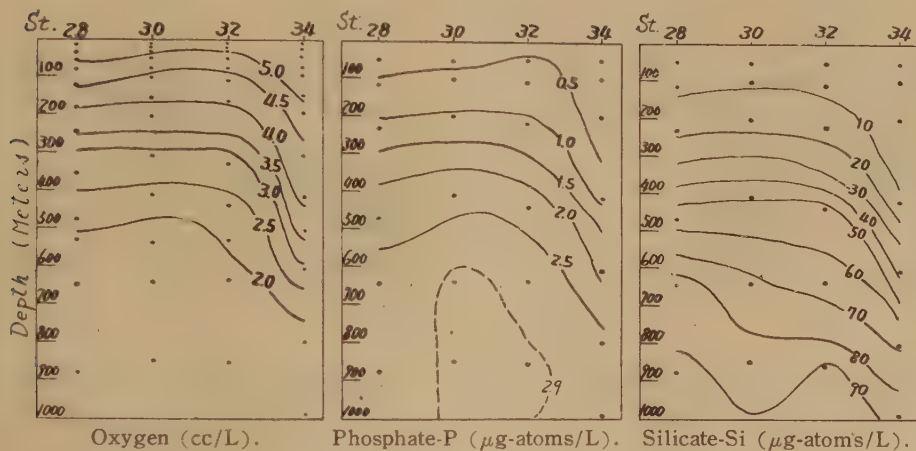


Fig. 2-9. Vertical sections of chemical elements in section K.

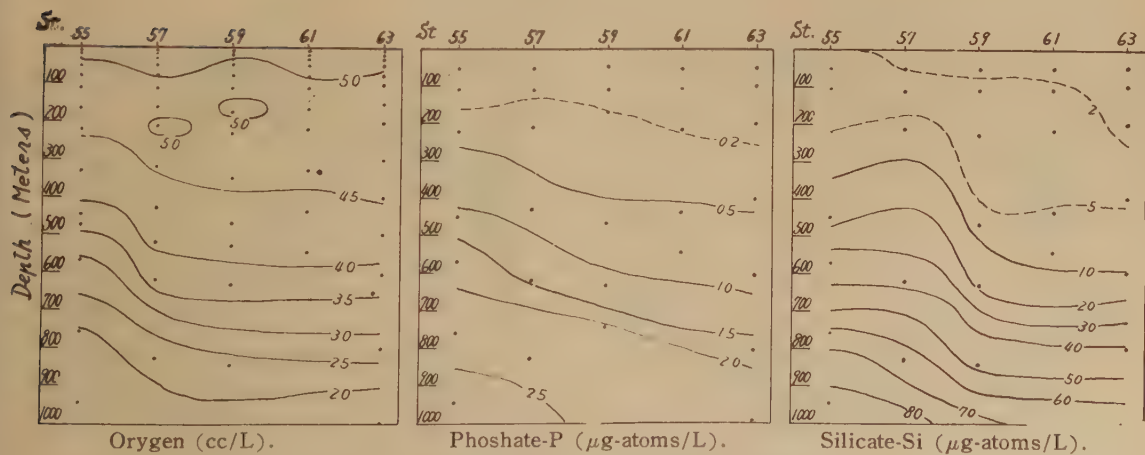


Fig. 2-10. Vertical sections of chemical elements in section U.



Fig. 3-1. Total diatoms (cells/L).
(surface)

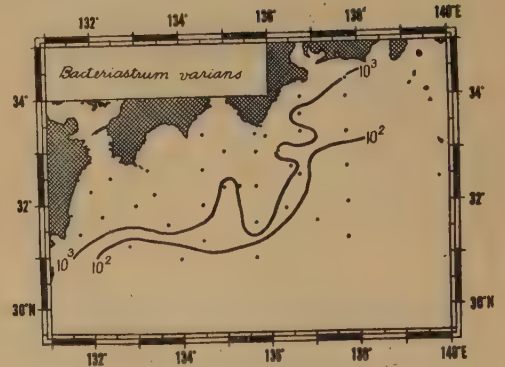


Fig. 3-2. *Bacteriastrium varians* (cells/L).
(surface)



Fig. 3-3. *Chaetoceros affinis* (cells/L).
(surface)



Fig. 3-4. *Chaetoceros compressus* (cells/L).
(surface)

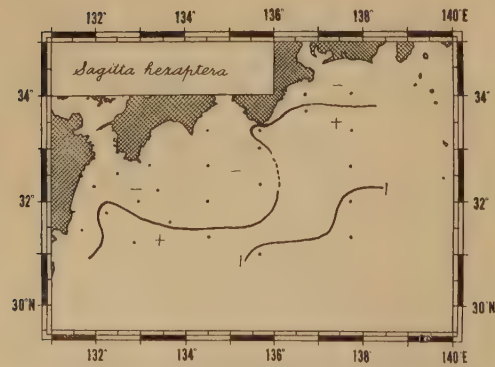


Fig. 3-5. *Sagitta hexaptera* (inds./m³).
(0-100m)

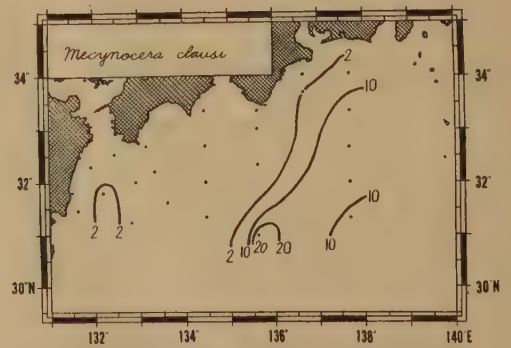


Fig. 3-6. *Mecynocera clausi* (inds./m³).
(0-100m)

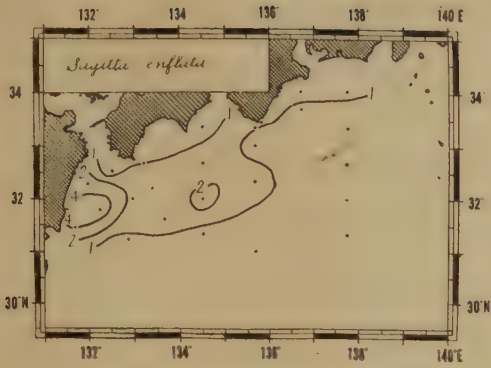


Fig. 3-7. *Sagitta enflata* (inds./m³).
(0-100m)

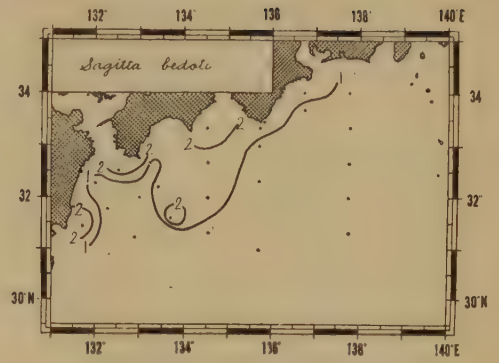


Fig. 3-8. *Sagitta bedoti* (inds./m³).
(0-100m)

1959年1～2月西日本海域海洋観測報告

長崎海洋気象台 海洋課

Report of the Oceanographic Observations in the Sea West of Japan from January to February, 1959

Oceanographical Section, Nagasaki Marine Observatory

観測船 春風丸 (船長 川池 寛)

観測員 松本次男 (長)・深瀬 茂・秋山 勉・山野省三・真崎伸夫・大塚一志・永田三和
山口和之・前田吉祐・浜本新八郎 (台長)・岡野 浩 (予報官)・尾崎康一

観測期間 昭和34年1月14日～2月7日 (25日間)

観測点 各層 60点・BT 25点・GEK 94点

観測概要

1. 海 況

(1) 南西諸島近海の黒潮は屋久島南東方でその流軸が昨年同期と同じく例年より約30哩沖の方にずれているほかは、ほぼ例年並である。奄美大島北西方で分岐した対馬暖流は 128°E 線上を北上して例年よりやや西偏している。

一方、黄海冷水は上海の東北東110哩付近を南東に流れて、例年より大陸寄りを南下している。また、奄美大島東方100哩より沖合には巾60哩にわたって1～2 kt の強い南下流が GEK によつて観測された (Fig. 1-1～9, Fig. 1-13～1-15)。

(2) 表面水温は大陸沿岸魚釣島を含む大陸棚中部以西が平年より約 1°C 低く、黄海南部の冷水域は逆に平年より $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 高い。また、黒潮および対馬暖流域は平年より $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 高く、特に沖縄北西方から 30°N , 126°E に向う黒潮分枝の勢力が非常に強く、この海域では平年より $2\sim 3^{\circ}\text{C}$, 0.3‰ Cl 以上高い。

(3) 主なる観測線の水温および塩素量の鉛直分布を平年に比べると、G線では全体的に高温・高かん・で、ことに大陸棚上において著しい。また E線では表層で高温・高かんであるが、 $E_4\sim E_6$ の200～400m では $2\sim 3^{\circ}\text{C}$, 0.1‰ Cl 内外低い (Fig. 1-11～12)。

(4) 力学計算による黒潮の流量は、G線では1955年以降の最高値を示し、E線では例年並、F線では昨年と同程度で例年より少ない (Fig. 1-16)。(松本次男)

2. 化学成分

南方暖水域表層の溶在酸素はほぼ例年並の 5.0cc/L 前後であり、黒潮主流域は 5.0cc/L 以下で

No.27

Table 3.

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. C	Cl ‰	O ₂ cc l.	Depth m	Temp. C	Cl ‰	10 ⁵ Δ _m	ΔD dyn. m
St. Ry-1232, VI-3, 2120, 37-26 N, 152-02 E, 16.0, ENE-9.6, cloudy, -, -, -, -.								
0	18.1	19.32	5.32	0	18.1	19.32	278	0
11	18.15	.31	5.32	10	18.15	.31	281	0.028
20	18.19	.31	5.26	20	18.19	.31	282	0.056
30	18.21	.31	5.31	30	18.21	.31	283	0.085
50	18.18	.31	5.30	50	18.18	.31	282	0.141
75	18.18	.31	5.29	75	18.18	.31	282	0.212
103	18.21	.31	5.22	100	18.20	.31	282	0.284
155	16.97	.26	4.87	150	17.13	.27	263	0.421
208	15.96	.21	4.56	200	16.08	.21	247	0.551
316	14.38	.15	4.42	300	14.72	.16	225	0.795
432	10.88	.03	3.77	400	11.76	.06	182	1.008
552	7.99	18.94	3.06	500	9.31	18.98	152	1.184
672	4.77	.83	2.95	600	6.22	.89	120	1.329
912	3.85	.90	1.41	800	4.21	.85	104	1.568
1152	3.11	19.08	0.96	1000	3.58	.95	85	1.772
1392	2.72	.08	1.05	1200	3.01	19.04	67	1.940
				1400	(2.71)	(.08)	(59)	(2.083)

St. Ry-1233, VI-4, 0920, 37-36 N, 150-02 E, 19.0, NE-6.7,
fine, NE-3, NE-3 19(10), 4.
E-3'

0	18.0	19.18	6.49	0	18.0	19.18	295	0
10	17.89	.18	5.51	10	17.89	.18	292	0.029
20	17.86	.17	5.50	20	17.86	.17	293	0.059
30	17.45	.14	5.52	30	17.40	.14	286	0.088
45	16.38	.10	5.51	50	16.49	.10	270	0.144
73	14.56	.14	4.56	75	14.57	.14	225	0.206
112	12.73	.07	3.99	100	13.31	.09	206	0.260
149	10.59	18.99	4.34	150	11.36	.03	179	0.358
205	7.23	.77	5.23	200	7.75	18.82	150	0.442
241	6.52	.89	5.12	300	5.84	.84	135	0.589
457	5.24	.91	2.40	400	5.86	.90	115	0.719
574	4.45	.93	1.80	500	4.69	.92	101	0.832
692	3.97	.97	1.41	600	4.35	.94	93	0.934
913	3.20	19.02	1.01	800	3.57	.99	78	1.116
1178	2.69	.07	0.92	1000	3.04	19.03	68	1.277
1430	2.36	.12	1.17	1200	2.66	.08	58	1.419
				1400	2.40	.12	50	1.542

St. Ry-1234, VI-4, 2122, 37-43 N, 147-42 E, 14.2, NE-11.1,
fine, NE-3, NE-1, -, -, -.
E-1

0	17.3	19.22	5.69	0	17.3	19.22	273	0
10	17.24	.22	5.62	10	17.24	.22	272	0.027
19	17.32	.22	5.62	20	17.32	.22	273	0.054
30	17.32	.22	5.65	30	17.32	.22	273	0.082
50	13.68	.00	6.10	50	13.68	.00	225	0.132
75	13.51	.10	5.59	75	13.51	.10	209	0.186
102	12.37	.04	5.71	100	12.54	.04	199	0.238
152	11.10	.00	5.72	150	11.12	.00	179	0.334
203	10.74	.00	5.70	200	10.77	.00	173	0.424
303	7.82	18.83	4.93	300	7.95	18.83	152	0.592
404	4.87	.74	4.16	400	4.88	.74	125	0.735
504	4.94	.84	2.75	500	4.95	.84	113	0.858
607	4.20	.88	1.90	600	4.24	.88	100	0.970
825	3.48	.99	1.08	800	3.55	.98	80	1.161
1060	2.91	19.04	0.91	1000	3.04	19.03	68	1.322
1306	2.56	.10	1.05	1200	2.68	.08	58	1.462

St. Ry-1235, VI-5, 0925, 37-52 N, 145-25 E, 15.3, ENE-8.3,
cloudy, ENE-3, NE-1, 17(8), 4.

0	17.9	19.22	5.49	0	17.9	19.22	287	0
10	17.90	.22	5.47	10	17.90	.22	287	0.025
20	17.95	.22	5.50	20	17.95	.22	288	0.058
29	17.29	.20	5.32	30	17.16	.20	273	0.086
50	15.77	.14	6.57	50	15.77	.14	250	0.138
75	15.32	.14	5.60	75	15.32	.14	240	0.200
106	13.57	.10	5.16	100	13.92	.11	216	0.258
159	11.56	.00	5.20	150	11.79	.01	189	0.361
211	10.72	.00	5.60	200	10.88	.00	175	0.454
316	8.76	18.93	3.60	300	9.07	18.94	153	0.623
422	7.04	.88	3.27	400	7.56	.90	137	0.774
527	3.72	.76	3.24	500	4.00	.77	114	0.905

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. C	Cl ‰	O ₂ cc l.	Depth m	Temp. C	Cl ‰	10 ⁵ Δ _m	ΔD dyn. m
634	3.59	18.82	1.99	600	3.61	18.80	105	1.018
847	3.42	.94	1.06	800	3.49	.92	88	1.221
1059	2.99	19.02	0.98	1000	3.04	19.00	73	1.395
1275	2.64	.07	1.00	1200	2.76	.05	64	1.546

Table 4. Oceanographic observations, south of Honshū, Shumpū Maru (1959) #

	Observed				Interpolated				Calculated			
	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. °C	Cl ‰		10 ³ Δ _{st}	ΔD dyn. m		
(a)	Feb. 25 - Mar. 21											
	St. 3, II-25, 1805, 32-18 N, 132-13 E, 14.5, ENE-8.0, rain, ENE-3, E-3, -, -.											
	0	20.0	19.31	5.11	0	20.0	19.31		327	0		
	11	20.16	.30	5.09	10	20.15	.30		332	0.033		
	21	20.17	.30	5.05	20	20.17	.30		332	0.066		
	31	19.91	.30	5.13	30	19.94	.30		327	0.099		
	51	18.89	.24	5.25	50	18.91	.24		309	0.163		
	80	17.81	.24	4.86	75	18.09	.24		289	0.238		
	105*	17.25	.22	4.80	100	17.21	.22		271	0.309		
	155*	15.68	.18	4.26	150	15.82	.18		245	0.440		
	205*	13.97	.13	3.80	200	14.12	.14		215	0.557		
	305*	10.70	.04	3.31	300	10.89	.04		170	0.756		
	405*	9.06	.00	2.91	400	9.16	.00		147	0.922		
	486*	6.69	18.97	2.47	500	6.46	18.97		113	1.059		
	585*	5.40	.96	2.10	600	5.19	.96		99	1.171		
	777*	3.90	19.03	1.54	800	3.79	19.04		74	1.356		
	1020*	3.13	.09	1.67	1000	3.18	.09		62	1.505		
	St. 5, II-26, 0020, 31-48 N, 132-36 E, 15.3, ENE-9.0, rain, ENE-3, ESE-4, -, -.											
	0	20.4	19.29	5.04	0	20.4	19.29		539	0		
	10	20.66	.29	5.07	10	20.66	.29		346	0.034		
	20	20.68	.29	5.02	20	20.68	.29		347	0.069		
	30	20.66	.29	5.01	30	20.66	.29		346	0.104		
	49	19.31	.29	5.10	50	19.29	.29		312	0.170		
	85	18.87	.26	5.01	75	18.95	.27		306	0.248		
	110*	18.24	.25	4.80	100	18.54	.26		297	0.324		
	160*	16.71	.20	4.55	150	17.05	.21		268	0.467		
	210*	14.66	-.393		200	15.05	.15		233	0.595		
	310*	11.09	19.04	3.38	300	11.44	.05		177	0.806		
	410*	8.90	.00	2.94	400	9.10	.00		146	0.975		
	587*	5.58	18.98	2.05	500	7.04	18.98		119	1.115		
	685*	4.37	19.00	1.73	600	5.38	.98		99	1.231		
	902*	3.38	.04	1.60	800	3.76	19.02		76	1.419		
	1196*	2.72	.09	1.77	1000	3.09	.06		64	1.572		
	St. 7, II-26, 0700, 31-14 N, 133-01 E, 15.7, E-7.5, rain, E-2, ESE-4, 20(7), 2-3.											
	0	22.0	19.31	4.99	0	22.0	19.31		377	0		
	10	22.09	.31	4.88	10	22.09	.31		380	0.038		
	19	22.13	.31	4.89	20	22.12	.31		381	0.076		
	29	22.08	.31	4.93	30	22.06	.31		379	0.114		
	48	20.98	.29	5.00	50	20.78	.29		349	0.187		
	73	19.34	.27	4.93	75	19.32	.27		314	0.271		
	98*	19.22	.26	5.01	100	19.20	.26		313	0.350		
	145*	18.66	.24	4.80	150	18.99	.24		301	0.505		
	191*	18.12	.24	4.64	200	17.96	.24		286	0.655		
	250*	15.39	.18	4.03	300	13.61	.12		209	0.910		
	260*	14.99	.16	3.92	400	10.62	.04		165	1.106		
	305*	13.49	.12	3.75								
	354*	12.00	.07	3.53								
	447*	9.24	.01	3.33								
	493*	8.15	.00	2.76								
	St. 9, II-26, 1600, 30-29 N, 133-30 E, 17.2, ENE-12.5, rain, ENE-3.4, E-5, 17(5), 2.											
	0	22.2	19.33	4.93	0	22.2	19.33		380	0		
	10	22.30	.32	4.91	10	22.30	.32		385	0.038		
	19	22.31	.32	4.90	20	22.31	.32		385	0.077		
	29	22.31	.32	4.85	30	22.31	.32		385	0.115		
	48	22.29	.32	4.93	50	22.25	.32		363	0.193		
	70	21.87	.32	4.92	75	21.86	.32		372	0.288		
	95*	21.81	.32	4.93	100	21.80	.32		371	0.381		
	143*	21.74	.34	4.92	150	21.74	.32		370	0.569		
	200*	21.71	.32	4.92	200	21.71	.32		369	0.757		
	323*	18.40	.27	4.41	300	19.22	.28		311	1.105		
	428*	14.96	.17	3.96	400	15.84	.20		243	1.393		
	568*	9.63	.00	3.26	500	12.32	.08		190	1.622		
	706*	6.84	18.99	2.42	600	8.92	18.99		144	1.801		
	995*	3.90	19.04	1.74	800	5.76	19.00		100	2.086		
	1279*	3.00	.09	1.82	1000	3.86	.04		75	2.259		
					1200	3.16	.07		64	2.414		
	St. 11, I4, II-26, 2240, 30-00 N, 133-00 E, 17.1, NE-10.0, cloudy, NE-4, NE-3, -, -.											
	0	21.1	19.32	4.97	0	21.1	19.32		353	0		
	10	21.31	.32	5.03	10	21.31	.32		358	0.036		
	20	21.32	.32	4.99	20	21.32	.32		358	0.071		
	30	21.33	.32	4.93	30	21.33	.32		359	0.107		
	50	21.32	.32	4.95	50	21.32	.32		358	0.179		
	69	21.33	.32	4.97	75	21.32	.32		358	0.269		
	92*	21.32	.32	4.88	100	21.21	.32		358	0.360		
	140*	20.33	.32	4.76	150	20.00	.32		325	0.532		
	187*	19.23	.32	5.17	200	19.14	.31		305	0.693		
	284*	18.41	-.473		300	18.18	.28		286	0.997		
	373*	16.47	19.20	4.52	400	15.80	.17		247	1.274		
	480*	13.61	.09	4.07	500	13.18	.08		206	1.513		
	593*	10.52	.04	3.27	600	10.30	.04		160	1.709		
	822*	5.02	.00	1.88	800	5.49	.00		98	1.968		
	1117*	3.29	.07	1.60	1000	3.84	.04		75	2.178		
	St. 13, I3, II-27, 0450, 27-27 N, 132-27 E, 16.3, NE-13.0, cloudy, NNE-4, NE-4, -, -.											
	0	21.7	19.33	4.95	0	21.7	19.33		367	0		
	11	21.84	.32	4.90	10	21.82	.32		371	0.037		
	21	21.79	.32	4.94	20	21.80	.32		370	0.074		
	31	21.81	.33	4.97	30	21.81	.33		369	0.111		
	52	21.73	.33	4.93	50	21.74	.33		368	0.185		
	64	21.76	.32	4.91	75	21.74	.32		369	0.278		
	85*	21.72	.32	4.91	100	21.56	.32		365	0.370		
	127*	20.87	.32	4.55	150	20.22	.32		331	0.547		
	170*	19.64	.32	4.44	200	18.71	.30		295	0.706		
	255*	16.94	.24	4.35	300	15.66	.19		240	0.982		
	438*	11.80	.05	3.50	400	12.85	.08		198	1.210		
	560*	7.72	18.99	2.60	500	9.78	.01		155	1.397		
	686*	5.37	.99	1.94	600	6.72	18.99		114	1.540		
	925*	3.47	19.04	1.62	800	4.15	19.02		80	1.749		
	1170*	2.96	.09	1.75	1000	3.26	19.06		66	1.909		
	St. 15, I2, II-27, 1030, 30-48 N, 132-00 E, 16.2, ENE-11.0, cloudy, ENE-4, NE-4, 20(5), 2.											
	0	20.8	19.30	4.99	0	20.8	19.30		348	0		
	10	20.92	.30	4.97	10	20.92	.30		351	0.035		
	19	20.93	.30	4.94	20	20.93	.30		351	0.070		
	30	20.94	.31	4.95	30	20.94	.31		350	0.105		
	50	20.94	.29	4.89	50	20.94	.29		353	0.176		
	88	20.15	.29	4.66	75	20.32	.29		337	0.263		
	118*	18.30	.27	4.87	100	19.73	.28		334	0.346		
	176*	16.67	.20	4.32	150	18.66	.26		300	0.504		
	234*	13.83	.12	3.80	200	15.60	.17		242	0.642		
	350*	10.04	.03	3.10	300	11.98	.06		174	0.857		
	464*	7.16	18.99	2.50	400	8.65	.01		138	1.020		
	583*	5.42	.96	2.03	500	6.59	18.98		113	1.153		
	700*	4.24	.99	1.88	600	5.26	.96		100	1.267		
	925*	3.40	19.04	1.62	800	3.98	19.01		80	1.461		
	1231*	2.69	.10	1.88	1000	3.15	.05		66	1.621		
					1200	2.81	.08		60	1.762		
	St. 17, I 1, II-27, 1700, 31-10 N, 131-36 E, 15.0, NE-11.0, cloudy, NE-3, NE-4, 13(5), 4.											
	0	18.5	19.26	5.23	0	18.5	19.26		296	0		
	10	18.73	.26	5.21	10	18.73	.26		303	0.030		
	21	18.72	.26	5.22	20	18.72	.26		302	0.060		
	31	18.76	.26	5.26	30	18.76	.26		303	0.091		
	53	18.72	.26	-	50	18.73	.26		303	0.152		

Table 4.

Observed				Interpolated				Calculated			
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. °C	Cl ‰		10 ³ Δ _{st}	ΔD dyn. m		
St. 19, III-2, 1400, 31-20 N, 132-00 E, 14.5, WNW-12.5, fine, NNW-3, WNW-3, 17(3), 3.											
0	18.2	19.26	5.30	0	18.2	19.26		289	0		
10	18.37	.26	5.21	10	18.37	.26		293	0.028		
20	18.35	.26	5.28	20	18.35	.26		293	0.058		
31	18.29	.26	5.15	30	18.30	.26		291	0.088		
52	18.13	.24	5.21	50	18.15	.24		290	0.146		
74	18.07	.24	5.08	75	17.76	.24		282	0.218		
98*	17.09	.24	4.68	100	17.02	.24		285	0.287		
147*	16.02	.20	4.29	150	15.82	.20		243	0.416		
196*	14.55	.15	4.14	200	14.42	.15		220	0.534		
295*	11.41	.07	3.54	300	11.26	.07		172	0.737		
342*	10.16	.04	3.14	400	8.44	.00		136	0.898		
430*	7.59	18.99	2.61	500	6.07	18.99		105	1.026		
514*	5.80	.99	2.17	600	4.81	.99		91	1.131		
681*	4.19	19.00	1.63	800	3.64	19.03		74	1.308		
861*	3.43	.05	1.55								
St. 21, III-2, 1830, 31-13 N, 132-45 E, 15.6, W-10.0, fine, WNW-2, WNW-3, -, -.											
0	21.4	19.30	5.01	0	21.4	19.30		363	0		
10	21.62	.30	4.99	10	21.62	.30		369	0.037		
20	21.62	.30	4.95	20	21.62	.30		369	0.074		
30	21.62	.30	4.97	30	21.62	.30		369	0.111		
49	21.61	.31	4.98	50	21.61	.31		367	0.184		
103	20.85	.31	4.79	75	21.44	.31		363	0.276		
125*	20.20	.29	4.86	100	20.93	.31		350	0.366		
166*	18.23	.27	4.64	150	18.98	.28		306	0.533		
206*	17.02	.21	4.47	200	17.14	.21		270	0.679		
276*	15.01	.15	4.08	300	14.10	.12		218	0.930		
280*	14.88	.14	4.06	400	10.70	.04		166	1.131		
341*	12.96	.09	3.69								
387*	11.00	.04	3.36								
439*	10.03	.04	3.22								
491*	8.30	.00	2.84								
St. 24, J 4, III-3, 0225, 31-00 N, 134-00 E, 15.4, NNW-8.0, fine, NNW-3, WNW-3, -, -.											
0	20.9	19.34	5.08	0	20.9	19.34		346	0		
10	21.06	.33	4.98	10	21.05	.33		350	0.035		
20	21.07	.33	4.99	20	21.07	.33		350	0.070		
31	21.09	.33	5.01	30	21.09	.33		351	0.105		
52	21.09	.33	4.99	50	21.09	.33		351	0.176		
84	21.08	.33	4.99	75	21.08	.33		351	0.264		
113*	21.08	.33	5.01	100	21.08	.33		351	0.353		
165*	20.89	.33	4.90	150	20.98	.33		348	0.530		
217*	20.12	.32	5.03	200	20.46	.32		337	0.704		
324*	17.76	.26	4.36	300	18.24	.28		287	1.024		
411*	16.74	.23	4.47	400	16.84	.23		262	1.310		
517*	14.72	.15	4.14	500	15.14	.17		232	1.570		
614*	11.09	.03	3.47	600	11.56	.04		181	1.790		
812*	6.89	18.97	2.34	800	7.18	18.97		122	2.118		
1018*	4.11	19.00	1.54	1000	4.35	19.00		85	2.347		
St. 26, J 3, III-3, 0920, 31-38 N, 133-43 E, 13.0, N-8.5, fine, N-5, N-2, 25(5), 2.											
0	21.6	19.34	5.03	0	21.6	19.34		363	0		
11	21.71	.30	4.94	10	21.70	.30		371	0.037		
21	21.70	.30	4.91	20	21.70	.30		371	0.074		
32	21.74	.30	4.96	30	21.73	.30		371	0.111		
54	21.72	.30	4.99	50	21.73	.30		371	0.186		
79	21.73	.30	4.99	75	21.73	.30		371	0.279		
107*	21.73	.32	4.93	100	21.73	.32		369	0.372		
162*	21.54	.32	4.82	150	21.62	.32		367	0.559		
219*	20.57	.30	4.58	200	21.01	.31		352	0.741		
326*	17.17	.24	4.40	300	18.09	.26		286	1.069		
430*	13.74	.12	3.95	400	14.72	.16		227	1.336		
544*	9.81	.01	3.19	500	11.44	.04		178	1.550		
655*	7.14	18.99	2.55	600	8.22	18.99		134	1.717		
870*	4.30	.99	1.72	800	5.10	.99		95	1.965		
1128*	3.20	19.06	1.59	1000	3.61	19.03		74	2.151		

Observed				Interpolated				Calculated			
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. °C	Cl ‰		10 ³ Δ _{st}	ΔD dyn. m		
St. 28, J2, III-3, 1430, 32-12 N, 133-29 E, 13.8, N-5.0, fine, NNW-1, NNW-2, 25(0), 2-3.											
0	21.3	19.31	4.98	0	21.3	19.31		360	0		
10	21.44	.30	4.95	10	21.44	.30		364	0.036		
20	21.44	.30	4.98	20	21.44	.30		364	0.072		
30	21.43	.30	4.93	30	21.43	.30		364	0.109		
50	21.41	.30	4.94	50	21.41	.30		364	0.182		
88	21.21	.32	4.77	75	21.29	.32		357	0.273		
117*	20.86	.30	4.61	100	21.10	.32		353	0.363		
176*	17.97	.23	4.69	150	20.70	.30		346	0.540		
235*	15.88	.17	4.21	200	17.02	.20		269	0.696		
352*	11.99	.06	3.53	300	13.66	.11		211	0.943		
456*	8.71	.00	2.94	400	10.42	.02		164	1.139		
580*	6.92	.00	2.44	500	7.78	.00		127	1.294		
615*	5.74	18.98	2.11	600	5.92	18.98		105	1.418		
787*	4.48	.99	1.70	800	4.25	19.00		(84)	(1.621)		
957*	3.44	-	-								
St. 30, J 1, III-3, 1810, 32-28 N, 133-17 E, 12.8, 0, cloudy, 0, N-1, -, -.											
0	20.3	19.28	5.24	0	20.3	19.28		338	0		
10	19.98	.29	5.33	10	19.98	.29		327	0.033		
20	19.23	.33	5.36	20	19.23	.33		305	0.065		
30	19.14	.27	5.26	30	19.14	.27		310	0.096		
50	19.04	.26	5.21	50	19.04	.26		308	0.158		
77	16.34	.24	4.91	75	18.39	.24		286	0.234		
106*	17.72	.23	4.72	100	17.85	.23		285	0.307		
154*	16.41	.17	4.42	150	16.54	.17		263	0.446		
202*	14.86	.14	4.07	200	14.92	.14		231	0.572		
318*	10.75	.02	3.43	300	11.46	.04		179	0.784		
388*	8.59	18.99	2.88	400	8.34	18.99		135	0.948		
492*	6.70	.98	2.47	500	6.43	.98		111	1.077		
604*	5.26	.97	1.99	600	5.27	.97		98	1.188		
786*	4.19	19.00	1.72	800	(4.14)19.00			(83)	(1.383)		
St. 34, K 1, III-4, 0415, 33-20 N, 134-30 E, 11.2, NE-6.0, clear, NE-1, NE-2, -, -.											
0	18.0	19.26	5.22	0	18.0	19.26		285	0		
10	17.42	.22	5.18	10	17.42	.22		276	0.028		
20	17.19	.20	5.31	20	17.19	.20		274	0.056		
30	16.44	.11	5.43	30	16.44	.11		268	0.053		
50	16.08	.08	5.48	50	16.08	.08		265	0.136		
80	16.00	.08	5.50	75	16.01	.08		263	0.203		
105*	16.03	.09	5.47	100	16.02	.09		262	0.269		
160*	16.14	.13	5.27	150	16.14	.13		259	0.401		
210*	11.80	.06	3.51	200	14.00	.08		221	0.524		
309*	8.79	.00	3.01	300	8.98	.00		144	0.713		
431*	6.82	18.96	2.47	400	7.32	18.96		125	0.854		
539*	5.33	.97	2.07	500	5.80	.96		106	0.976		
647*	4.83	.99	1.88	600	4.99	.98		95	1.082		
962*	3.59	19.04	1.61	800	4.16	19.01		81	1.271		
1080*	3.20	.06	1.69	1000	3.46	.05		69	1.436		
St. 36, K 2, III-4, 1015, 32-40 N, 134-30 E, 15.8, NW-3.5, clear, NW-1, EN-1, 30(0), 2-3.											
0	21.2	19.29	5.02	0	21.2	19.29		359	0		
10	21.28	.28	4.96	10	21.28	.28		362	0.036		
20	21.26	.29	5.00	20	21.26	.29		361	0.072		
30	21.27	.29	4.99	30	21.27	.29		361	0.108		
50	21.25	.29	4.95	50	21.25	.29		361	0.181		
80	21.26	.29	4.96	75	21.26	.29		361	0.272		
109*	21.22	.29	4.88	100	21.23	.29		361	0.363		
159*	20.92	.27	4.67	150	21.03	.27		358	0.545		
229*	19.20	.30	4.38	200	20.23	.29		335	0.721		

Table 4.

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ³ Δ _{st}	ΔD dyn. m
St. 38, K 3, III-4, 1555, 32-00 N, 134-30 E, 16.6, S-1.5, fine, O, WNE-1, 19(0), 2.								
0	21.4	19.34	5.08	0	21.4	19.34	358	0
10	21.35	.35	5.14	10	21.35	.35	355	0.036
20	21.26	.35	5.05	20	21.26	.35	353	0.071
30	21.28	.35	5.02	30	21.28	.35	354	0.107
50	21.23	.33	5.00	50	21.23	.33	355	0.178
75	21.11	.32	5.00	75	21.11	.32	353	0.267
102*	21.02	.32	5.02	100	21.03	.32	351	0.356
152*	20.32	.30	4.96	150	20.36	.30	337	0.530
205*	19.61	.30	5.01	200	19.67	.30	320	0.697
308*	17.78	.26	4.42	300	17.91	.26	282	1.007
404*	16.24	.20	4.28	400	16.31	.20	254	1.286
504*	12.81	.04	4.02	500	12.95	.04	207	1.529
605*	10.47	.01	3.50	600	10.58	.01	169	1.729
805*	6.26	18.94	2.46	800	6.36	18.94	116	2.037
1050*	3.91	19.00	1.49	1000	4.25	.98	87	2.260
St. 42, G 5, III-5, 0115, 31-00 N, 135-40 E, 16.0, W-2.0, clear, O, O, -, -.								
0	19.2	19.33	5.26	0	19.2	19.33	305	0
10	19.30	.33	5.21	10	19.30	.33	307	0.031
20	19.21	.33	5.26	20	19.21	.33	305	0.061
30	19.23	.33	5.22	30	19.23	.33	305	0.092
50	19.21	.33	5.16	50	19.21	.33	305	0.153
75	19.18	.33	5.19	75	19.18	.33	304	0.230
100*	19.17	.33	5.18	100	19.17	.33	304	0.307
150*	18.94	.33	5.08	150	18.94	.33	298	0.459
200*	18.76	.33	5.10	200	18.76	.33	293	0.610
300*	17.74	.28	4.63	300	17.74	.28	275	0.902
385*	16.23	.22	4.54	400	15.96	.21	245	1.173
484*	14.58	.14	4.21	500	13.54	.13	206	1.411
574*	11.78	.06	3.59	600	11.03	.04	172	1.613
765*	6.94	18.93	3.01	800	6.38	18.93	117	1.926
1005*	4.47	19.01	1.69	1000	4.50	19.01	85	2.149
St. 44, G 4, III-5, 0630, 31-40 N, 135-40 E, 14.8, W-5.0, clear, SW-1, W-1, 25(0), 2.								
0	19.0	19.33	5.19	0	19.0	19.33	229	0
10	19.15	.33	5.21	10	19.15	.33	303	0.030
20	19.13	.33	5.19	20	19.13	.33	303	0.060
30	19.14	.33	5.16	30	19.14	.33	303	0.091
50	19.17	.33	5.14	50	19.17	.33	304	0.152
75	19.14	.33	5.14	75	19.14	.33	303	0.228
100*	19.14	.33	5.17	100	19.14	.33	303	0.305
150*	19.18	.33	5.15	150	19.18	.33	304	0.459
200*	19.10	.33	5.07	200	19.10	.33	302	0.613
300*	18.13	.29	4.60	300	18.13	.29	294	0.915
400*	16.19	.21	4.43	400	16.19	.21	249	1.192
500*	14.11	.13	4.07	500	14.11	.13	217	1.438
594*	11.29	.03	3.86	600	11.10	.03	173	1.647
795*	6.74	18.94	2.76	800	6.65	18.94	119	1.963
1040*	4.26	19.03	1.59	1000	4.58	19.01	86	2.189
St. 46, G 3, III-5, 1138, 32-20 N, 135-40 E, 16.9, W-6.5, fine, W-2, W-2, 20(3), 2.								
0	19.4	19.33	5.21	0	19.4	19.33	309	0
10	19.56	.33	5.18	10	19.56	.33	313	0.031
20	19.49	.33	5.19	20	19.49	.33	311	0.062
30	19.52	.33	5.20	30	19.52	.33	312	0.094
50	19.46	.33	5.21	50	19.46	.33	310	0.156
82	19.35	.33	5.07	75	19.38	.33	308	0.234
113*	19.22	.32	4.89	100	19.27	.32	307	0.312
161*	18.93	.31	4.95	150	19.00	.31	302	0.466
214*	18.68	.31	5.03	200	18.75	.31	296	0.618
318*	16.95	.21	4.53	300	17.40	.23	274	0.912
465*	14.20	.12	4.10	400	15.46	.16	240	1.180
586*	11.09	.03	3.77	500	13.25	.10	204	1.414
698*	8.63	18.97	3.08	600	10.89	.02	172	1.615
941*	4.79	.99	1.77	800	6.59	18.96	116	1.927
1201*	3.47	19.06	1.53	1000	4.39	19.01	84	2.148
				1200	3.47	.06	68	2.319

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ³ Δ _{st}	ΔD dyn. m
St. 48, G 2, III-5, 1700, 33-00 N, 135-40 E, 18.8, W-7.5, clear, W-2, W-1, 19(0), 2.								
0	21.3	19.32	5.02	0	21.3	19.32	358	0
10	21.38	.30	4.98	10	21.38	.30	363	0.036
20	21.31	.30	4.99	20	21.31	.30	361	0.072
30	21.30	.30	5.03	30	21.30	.30	361	0.109
50	21.27	.30	4.91	50	21.27	.30	361	0.181
87	21.31	.30	4.98	75	21.29	.30	360	0.272
122*	21.29	.30	4.93	100	21.31	.30	361	0.363
169*	20.90	.28	4.78	150	21.13	.28	359	0.545
213*	19.49	.21	4.38	200	20.00	.30	327	0.720
315*	16.34	.22	4.34	300	16.77	.24	258	1.020
426*	12.05	.07	3.77	400	13.30	.10	206	1.562
440*	11.26	.03	3.72	500	9.90	18.99	159	1.455
510*	9.73	18.99	3.50	600	8.14	.99	133	1.611
674*	6.83	19.00	2.40	800	4.54	19.01	87	1.849
823*	4.21	.01	1.55					
St. 49, G 1, III-5, 2100, 33-20 N, 135-40 E, 18.6, WSW-9.0, clear, WSW-3, W-1, -, -.								
0	21.3	19.33	5.09	0	21.3	19.33	356	0
12	21.41	.33	5.10	10	21.40	.33	359	0.036
24	21.38	.33	5.07	20	21.40	.33	359	0.072
36	21.03	.33	5.14	30	21.28	.33	355	0.108
59	20.26	-	5.22	50	20.56	.32	340	0.177
96	19.16	19.28	4.95	75	19.60	.29	319	0.260
142*	17.83	.27	4.42	100	18.82	.28	301	0.339
205*	14.92	.17	4.00	150	17.56	.26	274	0.484
240*	14.43	.16	4.10	200	15.04	.17	230	0.613
271*	13.49	.14	3.89	300	10.86	.07	165	0.817
324*	9.49	.03	3.03					
364*	8.06	18.99	2.87					
St. 54, H 1, III-9, 1932, 34-00 N, 136-40 E, 13.6, N-5.0, clear, N-2, -, -, -.								
0	16.0	18.99	5.86	0	16.0	18.99	275	0
10	16.22	.99	5.80	10	16.22	.99	279	0.028
20	16.35	19.01	5.73	20	16.35	19.01	279	0.056
30	17.27	.20	5.34	30	17.27	.20	275	0.083
50	16.84	.20	5.41	50	16.84	.20	256	0.138
74	16.49	.22	5.32	75	16.48	.22	255	0.203
99*	16.06	.18	5.01	100	16.03	.18	249	0.267
148*	14.12	.16	4.10	150	14.06	.16	212	0.384
197*	12.69	.11	3.76	200	12.44	.10	189	0.487
297*	9.73	.02	2.76	300	9.66	.02	152	0.663
396*	7.70	18.99	2.71	400	7.59	18.99	125	0.808
524*	5.71	.99	2.14	500	5.99	.99	104	0.929
618*	4.94	19.01	1.91	600	5.05	19.01	91	1.033
810*	4.09	.03	1.64	800	4.13	.03	79	1.216
St. 55, H 2, III-9, 2250, 33-40 N, 136-40 E, 13.6, NNE-7.0, clear, NNE-2, NNE-1, -, -.								
0	17.0	19.22	5.59	0	17.0	19.22	267	0
10	17.08	.21	5.61	10	17.08	.21	269	0.027
20	17.08	.21	5.61	20	17.08	.21	269	0.054
29	17.10	.21	5.65	30	17.11	.21	271	0.081
50	17.21	.24	5.28	50	17.21	.24	268	0.135
81	16.97	.22	5.23	75	17.04	.22	268	0.203
112*	16.33	.20	4.96	100	16.60	.21	259	0.269
164*	14.48	.16	4.06	150	15.12	.17	232	0.394
217*	11.75	.07	3.50	200	12.42	.10	189	0.501
313*	9.03	.01	2.74	300	9.37	.01	149	0.676
406*	7.05	18.97	2.55	400	7.16	18.97	122	0.818
514*	5.54	.97	2.12	500	5.67	.97	103	0.937
623*	4.88	19.01	1.85	600	4.99	.99	94	1.041
854*	3.72	.06	1.62	800	3.97	19.05	75	1.223
1092*	3.22	.09	1.56	1000	3.31	.08	64	1.376
St. 57, H 3, III-10, 0420, 33-00 N, 136-40 E, 16.1, E-2.5, cloudy, E-2, ENE-1, -, -.								
0	20.6	19.34	5.06	0	20.6	19.34	337	0
10	20.70	.34	5.06	10	20.70	.34	341	0.034
20	20.71	.34	5.08	20	20.71	.34	341	0.068

Table 4.

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/l	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ³ Δ _{st}	ΔD dyn. m
30	20.70	19.34	5.02	30	20.70	19.34	341	0.102
51	20.54	.34	5.07	50	20.55	.34	336	0.170
89	20.10	.33	5.08	75	20.26	.33	330	0.254
119*	19.90	.33	4.96	100	20.02	.33	324	0.337
178*	19.11	.33	5.07	150	19.54	.33	312	0.498
236*	18.09	.28	4.65	200	18.73	.31	296	0.653
337*	16.03	.20	4.51	300	16.88	.23	263	0.941
475*	11.05	.05	3.42	400	13.85	.14	211	1.188
530*	9.18	18.99	3.20	500	9.97	.02	156	1.382
624*	7.82	-	2.70	600	8.16	-	-	-
813*	5.74	-	2.14	800	5.86	-	-	-
1025*	3.67	-	1.45	1000	3.93	-	-	-
St. 59, H 4, III-10, 1020, 32-30 N, 136-40 E, 18.2, ESE-7.0, rain, ESE-2, SE-1, 22(0), 2.								
0	20.8	19.33(a)	5.04	0	20.8	19.33(a)	344	0
10	21.02	.33(a)	4.98	10	21.02	.33(a)	349	0.035
20	21.04	.33	5.09	20	21.04	.33	350	0.070
30	21.05	.33	5.05	30	21.05	.33	350	0.105
50	21.04	-	5.01	50	21.04	.33	350	0.175
73	20.86	-	5.01	75	20.93	.33	345	0.263
95*	20.57	-	4.92	100	20.53	.33	337	0.349
140*	20.23	-	4.93	150	20.14	.33	327	0.517
185*	19.82	19.33	5.06	200	19.64	.32	316	0.681
273*	18.49	.29	4.38	300	18.01	-	-	-
427*	15.19	-	4.18	400	15.86	-	-	-
509*	13.25	-	4.04	500	13.44	-	-	-
585*	10.72	-	3.75	600	10.35	-	-	-
750*	7.46	-	3.00	800	6.67	-	-	-
950*	4.75	19.00	1.78	-	-	-	-	-
(a) Value doubtful.								
St. 63, U 5, III-10, 2005, 32-00 N, 137-40 E, 18.6, NNW-11.5, rain, NNW-2, SWW-4, -, -.								
0	18.6	19.33(a)	5.39	0	18.6	19.33(a)	289	0
11	18.68	.33(a)	5.33	10	18.68	.33(a)	291	0.029
21	18.68	.33(a)	5.39	20	18.68	.33(a)	291	0.058
32	18.69	.33(a)	5.36	30	18.69	.33(a)	291	0.087
52	18.68	.33	5.36	50	18.68	.33	291	0.146
76	18.61	.33	5.35	75	18.61	.33	289	0.219
102*	18.56	.32	5.20	100	18.56	.32	289	0.292
153*	18.29	.47(a)	5.12	150	18.31	.31	286	0.437
205*	17.99	.30	5.12	200	18.02	.30	279	0.582
312*	16.86	.24	4.77	300	17.00	.25	263	0.861
442*	15.56	-	4.44	400	15.90	-	-	-
565*	12.29	-	4.00	500	14.00	-	-	-
705*	8.72	-	3.42	600	11.35	-	-	-
946*	5.10	-	1.93	800	6.70	-	-	-
1232*	3.50	-	1.61	1000	4.74	-	-	-
(a) Value doubtful.								
St. 65, U 4, III-11, 0210, 32-40 N, 137-40 E, 17.8, WNW-11.5, rain, WNW-3, SE-1, -, -.								
0	20.8	19.33	5.09	0	20.8	19.33	344	0
10	21.01	.33	5.03	10	21.01	.33	349	0.035
20	21.02	.33	5.03	20	21.02	.33	349	0.070
30	21.04	.33	4.98	30	21.04	.33	350	0.105
50	21.03	.33	5.00	50	21.03	.33	350	0.175
86	21.04	.33	5.01	75	21.04	.33	350	0.263
115*	20.47	.33	4.89	100	20.85	.33	346	0.351
172*	19.29	-	5.13	150	19.62	.33	314	0.518
226*	19.01	19.33	5.03	200	19.12	.33	302	0.675
336*	18.43	.30	4.87	300	18.68	.32	293	0.981
443*	15.95	.20	4.46	400	17.31	.24	270	1.274
569*	12.24	.07	3.73	500	14.34	.15	219	1.532
662*	9.09	18.97	3.34	600	11.16	.03	175	1.743
855*	6.18	.98	2.28	800	6.88	18.97	118	2.061
1092*	3.94	19.03	1.55	1000	4.60	19.01	86	2.287

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/l	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ³ Δ _{st}	ΔD dyn. m
St. 67, U 3, III-11, 0840, 33-20 N, 137-40 E, 15.1, NNW-7.0, fine, NNW-3, NW-3, 27(0), 2.								
0	20.9	19.33	5.25	0	20.9	19.33	347	0
10	21.08	.33	5.10	10	21.08	.33	351	0.035
20	21.08	.33	5.08	20	21.08	.33	351	0.070
31	21.10	.33	5.06	30	21.10	.33	352	0.105
50	21.10	.33	5.09	50	21.10	.33	352	0.175
96	20.18	.33	4.98	75	20.85	.33	346	0.264
114*	19.29	.31	4.67	100	20.00	.33	324	0.348
171*	17.86	.28	4.45	150	18.23	.29	286	0.803
228*	16.67	.24	4.11	200	17.39	.26	270	0.845
327*	13.02	.11	3.75	300	14.11	.15	214	0.894
435*	9.23	.00	3.11	400	10.35	.03	162	1.090
515*	7.40	18.98	2.69	500	7.84	18.98	130	1.245
562*	6.43	.98	2.47	600	5.90	.98	105	1.370
732*	4.66	19.00	1.75	800	4.23	15.02	80	1.569
				1000	3.29	.09	62	1.725
St. 69, U 2, III-11, 1540, 34-00 N, 137-40 E, 14.7, NNW-6.0, fine, NNW-1, NNW-1, 12(0), 2-3.								
0	17.0	19.22	5.69	0	17.0	19.22	267	0
10	17.13	.22	5.69	10	17.13	.22	269	0.027
20	17.10	.20	6.01	20	17.10	.20	271	0.054
30	17.06	.20	5.16	30	17.06	.20	270	0.081
50	17.03	.20	5.48	50	17.03	.20	269	0.135
80	14.92	.18	4.23	75	15.10	.19	220	0.198
105*	14.39	-	3.98	100	14.51	.17	220	0.275
160*	11.36	19.07	3.44	150	11.84	.08	180	0.356
215*	9.61	.08	3.16	200	10.09	.03	157	0.443
325*	6.65	18.95	2.51	300	7.14	18.96	123	0.587
435*	5.39	.98	-	400	5.75	.97	105	0.706
550*	4.62	.99	1.75	500	4.90	.99	95	0.811
650*	4.17	19.03	1.66	600	4.38	19.01	84	0.906
880*	3.58	.06	1.62	800	3.72	.05	72	1.073
1050*	3.11	.09	1.73	1000	3.19	.08	62	1.220
St. 70, N 1, III-19, 1335, 34-30 N, 138-30 E, 12.0, NE-2.0, fine, -, SE-1, 15(0), 3-4.								
0	16.1	19.23	5.68	0	16.1	19.23	245	0
10	15.98	.23	5.70	10	15.98	.23	242	0.034
20	15.88	.22	5.60	20	15.88	.22	241	0.059
30	15.87	.22	5.43	30	15.87	.22	241	0.083
50	15.82	.23	5.39	50	15.82	.23	239	0.131
78	15.79	.23	5.42	75	15.79	.23	239	0.191
105*	15.78	.23	5.37	100	15.78	.23	238	0.251
158*	13.70	.13	3.98	150	14.39	.16	219	0.367
210*	11.60	.08	3.52	200	11.93	.09	180	0.469
314*	9.07	.02	3.04	300	9.27	.02	146	0.688
420*	7.72	18.99	2.75	400	7.97	18.99	131	0.783
525*	6.43	.99	2.51	500	6.70	.99	114	0.913
630*	5.38	19.02	2.03	600	5.65	19.01	98	1.066
840*	4.08	.04	1.76	800	4.46	.03	80	1.218
1050*	3.36	.08	1.61	1000	3.49	.07	67	1.330
St. 73, N 2, III-19, 2120, 33-30 N, 138-30 E, 14.8, SSE-4.2, clear, SSE-1, ENE-1, -, -.								
0	20.9	19.34	5.08	0	20.9	19.34	346	0
10	21.14	.34	5.05	10	21.14	.34	352	0.035
20	21.14	.34	5.04	20	21.14	.34	352	0.070
30	21.15	.35	5.01	30	21.15	.35	351	0.105
50	21.14	.34	5.00	50	21.14	.34	352	0.175
90	21.13	.34	4.98	75	21.13	.34	351	0.263
120*	21.12	.35	4.97	100	21.13	.34	351	0.351
190*	19.34	.31	4.38	150	20.82	.24	344	0.625
240*	17.75	.26	4.36	200	18.78	.29	298	0.693
360*	14.42	.15	4.17	300	16.07	.21	247	0.974
444*	12.06	.06	3.82	400	13.27	.10	204	1.209
541*	9.44	.03	3.05	500	10.54	.04	163	1.404
639*	6.78	18.99	2.42	600	7.70	.00	125	1.588
829*	4.63	19.01	1.75	800	4.86	.00	91	1.791
1055*	3.54	.07	1.56	1000	3.77	.05	72	1.970

Table 4.

Observed				Interpolated				Calculated			
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. °C	Cl ‰		10 ⁵ Δ _{st}	ΔD dyn. m		
St. 75, N 3, III-20, 0245, 32-50 N, 138-30 E, 11.2, S-1.0, clear, S-1, E-1 -, -.											
0	19.3	19.34	5.37	0	19.3	19.34		305	0		
10	19.41	.35	5.37	10	19.41	.35		307	0.031		
20	19.39	.34	5.31	20	19.39	.34		308	0.061		
30	19.42	.34	5.03	30	19.42	.34		308	0.092		
50	19.40	.33	5.36	50	19.40	.33		308	0.154		
77	19.00	.33	5.27	75	19.04	.33		300	0.231		
104*	18.81	.33	5.23	100	18.83	.33		295	0.306		
158*	18.63	.32	5.10	150	18.66	.32		293	0.455		
206*	18.09	.30	5.11	200	18.16	.30		293	0.602		
309*	17.15	.26	4.86	300	17.22	.26		267	0.885		
415*	15.71	.19	4.63	400	16.00	.20		247	1.153		
520*	12.92	.08	4.13	500	13.50	.10		210	1.394		
625*	10.06	18.98	3.75	600	10.71	.00		172	1.596		
834*	5.99	.96	2.47	800	6.46	18.95		116	1.909		
1044*	4.28	19.02	1.78	1000	4.56	19.01		87	2.133		
St. 77, N 4, III-20, 0625, 32-10 N, 138-30 E, 15.3, S-4.0, cloudy, S-1, ENE-2, 23(0), 2.											
0	19.6	19.34	5.16	0	19.6	19.34		313	0		
10	19.79	.34	5.14	10	19.79	.34		317	0.032		
20	19.77	.34	5.12	20	19.77	.34		317	0.063		
30	19.81	.34	5.13	30	19.81	.34		318	0.095		
50	19.80	.34	5.07	50	19.80	.34		318	0.159		
75	19.79	.34	5.15	75	19.79	.34		317	0.239		
100*	19.58	.34	5.02	100	19.58	.34		312	0.318		
150*	19.13	.33	5.17	150	19.13	.33		303	0.474		
200*	19.08	.32	5.16	200	19.08	.32		303	0.629		
300*	18.52	.32	5.02	300	18.52	.32		288	0.933		
398*	17.41	.25	4.83	400	17.39	.25		271	1.224		
493*	15.45	.17	4.32	500	15.28	.17		234	1.490		
587*	12.91	.10	3.96	600	12.53	.08		193	1.719		
778*	7.86	18.96	2.92	800	7.46	18.96		127	2.067		
1022*	4.57	19.01	1.77	1000	4.76	19.00		90	2.308		
St. 79, III-20, 1400, 32-00 N, 139-20 E, 16.5, SW-6.5, rain, SW-2, E-3, 23(0), 2.											
0	19.6	19.35	5.12	0	19.6	19.35		311	0		
10	19.95	.33	5.17	10	19.95	.33		323	0.032		
20	19.94	.33	5.11	20	19.94	.33		325	0.064		
30	19.97	.34	5.19	30	19.97	.34		322	0.096		
50	19.95	.34	5.16	50	19.95	.34		322	0.161		
83	19.93	.33	5.10	75	19.94	.33		323	0.242		
108*	19.94	.34	5.10	100	19.94	.34		321	0.314		
157*	19.93	.34	5.13	150	19.93	.34		321	0.476		
206*	19.86	.34	5.08	200	19.88	.34		320	0.639		
304*	19.78	.30	5.08	300	18.87	.30		300	0.958		
444*	15.78	.20	4.34	400	16.32	.22		250	1.244		
538*	13.96	.13	4.15	500	14.81	.17		225	1.494		
632*	10.50	.03	3.44	600	11.76	.06		181	1.711		
819*	6.48	18.97	2.43	800	6.80	18.97		117	2.034		
1055*	3.57	19.06	1.63	1000	4.17	19.02		80	2.251		
St. 81, III-20, 1920, 32-40 N, 139-20 E, 15.6, W-5.0, fine, W-2, E-1, -, -.											
0	19.6	19.35	5.27	0	19.6	19.35		311	0		
10	19.64	.34	5.22	10	19.64	.34		314	0.031		
20	19.64	.34	5.23	20	19.64	.34		314	0.063		
30	19.67	.33	5.19	30	19.67	.33		315	0.084		
51	19.66	.33	5.25	50	19.66	.33		315	0.158		
77	19.66	.34	5.20	75	19.66	.34		314	0.237		
100*	19.67	.34	5.18	100	19.67	.34		314	0.316		
154*	19.53	.34	5.18	150	19.54	.34		311	0.474		
206*	18.87	.31	5.28	200	18.95	.31		300	0.630		
306*	18.24	.30	5.20	300	18.29	.30		288	0.932		
404*	17.12	.25	4.86	400	17.19	.25		267	1.220		
503*	15.40	.18	4.30	500	15.44	.18		237	1.486		
St. 83, III-21, 0115, 33-20 N, 139-20 E, 16.0, N-8.0, clear, N-3-4, NW-3, -, -.											
0	20.5	19.35	5.10	0	20.5	19.35		334	0		
11	20.62	.35	5.09	10	20.61	.35		336	0.034		

Observed				Interpolated				Calculated	
Depth m	Temp. C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. C	Cl ‰		10 ⁵ Δ _{st}	ΔD dyn. m
May 10 - 25									
SW. 3, J 1, V-10, 0930, 32-40 N, 133-14 E, 18.8, ENE-12.5, fine, ENE-3, ENE-3, 13(3), 2-3.									
0	20.2	19.24	5.44	0	20.2	19.24		341	0
11	20.56	.22	-	10	20.55	.22		352	0.035
20	20.55	.22	5.31	20	20.55	.22		352	0.070
39	20.53	.22	5.38	30	20.54	.22		352	0.105
67	19.05	.22	5.08	50	19.99	.22		338	0.175
94	18.81	.22	5.40	75	18.99	.22		313	0.256
114	17.85	.22	4.34	100	18.60	.22		307	0.335
170*	16.32	.14	4.31	150	16.85	.18		274	0.482
254*	12.95	.08	3.73	200	15.16	.11		241	0.613
338*	10.29	.04	3.17	300	11.46	.06		175	0.828
419*	8.50	18.98	2.96	400	8.89	18.99		144	0.995
St. 5, J 2, V-10, 1420, 32-13 N, 133-23 E, 20.1, ENE-10.0, fine, E-3, E-3, 15(0), 2.									
0	20.2	19.23	5.17	0	20.2	19.23		342	0
10	20.37	.22	5.09	10	20.37	.22		348	0.035
20	20.31	.22	5.15	20	20.31	.22		346	0.069
30	20.27	.22	5.12	30	20.27	.22		345	0.104
50	18.89	.22	4.93	50	18.89	.22		311	0.170
77	18.00	.20	4.63	75	18.07	.20		294	0.246
105*	16.98	.18	4.25	100	17.14	.18		275	0.318
158	14.72	.13	4.01	150	15.06	.14		234	0.447
205*	12.81	.08	3.59	200	13.00	.09		201	0.558
310*	9.55	.02	2.99	300	9.81	.03		154	0.741
398*	7.43	18.99	2.54	400	7.40	18.99		123	0.886
498*	5.41	.97	1.99	500	5.40	.97		100	1.003
603*	4.17	19.02	1.61	600	4.21	19.02		80	1.098
812	3.58	.04	1.55	800	3.60	.04		72	1.261
1024*	3.25	.07	1.57	1000	3.29	.07		65	1.411
St. 7, J 3, V-10, 2010, 31-37 N, 133-41 E, 20.0, FNE-13.0, cloudy, E-3, E-3, -, -.									
0	20.8	19.22	5.19	0	20.8	19.22		358	0
10	20.86	.22	5.14	10	20.86	.22		360	0.036
20	20.86	.22	5.20	20	20.86	.22		360	0.072
30	20.80	.22	5.11	30	20.80	.22		358	0.108
50	19.85	.23	5.25	50	19.85	.23		334	0.177
90	18.30	.23	5.14	75	18.90	.23		309	0.258
120*	17.15	.18	4.40	100	17.90	.21		288	0.334
180	15.28	.13	4.10	150	16.20	.16		256	0.472
240*	13.10	.09	3.69	200	14.56	.12		228	0.595
360*	9.61	.03	2.93	300	11.24	.06		173	0.802
468*	6.71	18.97	2.31	400	8.44	.00		135	0.964
582*	5.02	.98	1.90	500	6.27	18.96		112	1.094
697*	4.22	19.03	1.69	600	4.87	.99		92	1.202
931*	3.26	.06	1.84	800	3.70	19.05		71	1.377
1170*	2.82	.09	1.94	1000	3.12	.07		63	1.524
St. 12, V-11, 1110, 31-14 N, 132-53 E, 21.9, ESE-9.0, cloudy, ESE-3, ESE-3, 23(5), 2.									
0	22.7	19.33	4.85	0	22.7	19.33		394	0
11	22.91	.33	4.98	10	22.90	.33		401	0.040
21	22.92	.33	4.84	20	22.92	.33		401	0.080

Table 4.

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/l	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ⁵ Δ _{st}	ΔD dyn. m
30	22.80	19.33	4.86	30	22.80	19.33	337	0.120
50	22.38	.34	4.80	50	22.38	.34	364	0.198
74	21.82	.35	4.76	75	21.99	.35	372	0.292
99*	21.22	.33	4.73	100	21.30	.33	354	0.385
150	19.94	.33	4.70	150	19.94	.33	323	0.557
197*	18.80	.30	4.45	200	18.72	.30	296	0.714
297*	16.14	.20	4.27	300	16.06	.20	248	0.994
402*	13.54	.12	3.93	400	13.68	.12	211	1.234
508*	8.96	.03	2.79	500	9.32	.04	144	1.422

St. 15, V-11, 1945, 31-28 N, 131-46 E, 21.4, SE-10.0,
cloudy, ESE-3, ESE-2, -, -.

0	20.7	19.17	5.13	0	20.7	19.17	363	0
11	20.71	.17	5.13	10	20.71	.17	363	0.036
21	20.72	.17	5.09	20	20.72	.17	363	0.073
32	20.64	.17	5.06	30	20.66	.17	362	0.109
53	19.82	.26	4.95	50	19.96	.25	334	0.179
79	18.60	.24	4.67	75	18.96	.25	308	0.260
106*	17.91	.22	4.59	100	18.08	.22	292	0.335
156	16.66	.19	3.99	150	16.91	.19	268	0.477
208*	15.07	.16	4.12	200	15.36	.17	237	0.606
310*	11.25	.05	3.35	300	11.66	.06	180	0.821
411*	9.60	.00	2.76	400	8.99	.00	143	0.990
515*	6.56	18.98	2.33	500	6.82	18.98	116	1.127

St. 18, V-13, 1415, 31-48 N, 132-16 E, 20.8, NNE-5.0,
cloudy, NNE-1, NNE-1, 15(3), 3.

0	20.4	19.23	5.29	0	20.4	19.23	348	0
10	20.43	.22	5.26	10	20.43	.22	349	0.035
20	20.41	.23	5.22	20	20.41	.23	348	0.070
30	20.37	.23	5.18	30	20.37	.23	346	0.105
49	20.33	.24	5.17	50	20.32	.24	344	0.174
74	19.21	.25	4.96	75	19.19	.25	315	0.257
104*	18.46	.23	4.80	100	18.54	.23	302	0.335
147*	16.63	.15	4.33	150	16.53	.15	266	0.479
208*	15.04	.12	4.04	200	15.24	.12	241	0.608
313*	11.26	.04	3.34	300	11.75	.05	182	0.825
418*	8.19	18.98	2.78	400	8.69	18.98	142	0.996
524*	6.77	.98	2.38	500	7.01	.98	118	1.133

St. 20, V-13, 1955, 32-00 N, 133-00 E, 21.0, NNW-9.0,
cloudy, N-2, N-2, -, -.

0	20.1	19.23	5.19	0	20.1	19.23	340	0
11	20.29	.23	5.17	10	20.29	.23	345	0.034
21	20.30	.23	5.17	20	20.30	.23	345	0.069
32	20.26	.24	5.19	30	20.27	.24	343	0.103
53	19.49	.22	4.93	50	19.56	.22	328	0.171
75	18.78	.26	4.59	75	18.78	.26	304	0.250
106*	17.81	.22	4.44	100	17.99	.23	287	0.325
148*	16.42	.17	4.36	150	16.36	.17	259	0.463
205*	14.28	.12	3.96	200	14.47	.12	225	0.587
311*	10.33	.03	3.22	300	10.75	.04	169	0.789
415*	7.71	18.99	2.63	400	8.06	18.99	133	0.946
523*	5.67	.98	2.07	500	6.10	.98	107	1.073

St. 23, V-14, 0300, 32-17 N, 132-00 E, 19.8, NE-5.0,
cloudy, -0, -0, -, -.

0	20.1	19.22	5.16	0	20.1	19.22	341	0
10	20.21	.22	5.18	10	20.21	.22	344	0.034
20	20.21	.22	5.12	20	20.21	.22	344	0.069
30	20.08	.22	5.14	30	20.08	.22	341	0.103
49	19.75	.22	4.97	50	19.71	.22	331	0.171
74	18.72	.22	4.75	75	18.70	.22	307	0.251
101*	18.00	.20	4.54	100	18.02	.20	292	0.326
197*	15.56	.15	4.05	150	16.66	.18	265	0.468
299*	12.27	.07	3.47	200	15.25	.15	247	0.596
406*	9.11	18.99	2.91	300	12.25	.07	199	0.816
515*	7.00	.98	2.37	400	9.27	18.99	156	0.982
				500	7.29	.98	122	1.137

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/l	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ⁵ Δ _{st}	ΔD dyn. m
St. 25, V-14, 0655, 32-32 N, 132-27 E, 18.9, N-5.0, cloudy, N-2, N-1, 17(0), 3.								
0	19.8	19.20	5.08	0	19.8	19.20	336	0
10	19.89	.20	5.12	10	19.89	.20	338	0.034
21	19.89	.20	5.16	20	19.89	.20	338	0.068
32	19.87	.21	5.19	30	19.87	.21	336	0.101
52	18.72	.21	5.12	50	18.74	.21	334	0.169
77	18.66	.22	5.26	75	18.74	.22	308	0.249
108*	17.77	.22	4.50	100	17.98	.22	289	0.325
162*	16.42	.19	4.26	150	16.64	.20	261	0.464
216*	14.96	.14	3.71	200	15.36	.15	239	0.592
324*	11.65	.06	3.44	300	13.09	.08	204	0.820
433*	8.06	18.96	2.92	400	9.16	18.98	149	1.005
542*	6.33	.98	2.25	500	7.00	.97	119	1.146

St. 28, K 1, V-16, 2315, 33-20 N, 134-30 E, 21.0, E-5.0,
fine, E-1, E-1, -, -.

0	19.6	18.73	5.50	0	19.6	18.73	332	0
10	19.90	.86	5.37	10	19.90	.86	393	0.039
20	19.89	19.01	5.39	20	19.89	19.01	363	0.076
30	19.86	.01	5.32	30	19.86	.01	363	0.113
50	19.18	.15	5.07	50	19.18	.15	327	0.182
75	18.05	.18	4.76	75	18.05	.18	296	0.260
114*	16.98	.20	4.53	100	17.38	.19	279	0.333
172*	14.78	.15	4.09	150	15.66	.17	244	0.465
230*	13.03	.10	3.70	200	13.96	.13	213	0.582
348*	8.40	18.95	2.71	300	10.42	18.97	171	0.780
457*	5.81	.95	2.19	400	7.12	.95	124	0.935
522*	5.30	.97	1.95	500	5.45	.96	102	1.054
640*	4.67	19.01	1.77	600	4.87	.99	92	1.156
873*	3.75	.03	1.57	800	3.99	19.03	78	1.339
1108*	3.28	.06	1.55	1000	3.46	.04	70	1.502

St. 30, K 2, V-17, 0450, 32-40 N, 134-30 E, 20.0, ESE-5.5,
clear, E-2, E-2, 16(0), 3.

0	20.3	19.23	5.26	0	20.3	19.23	345	0
10	20.32	.25	5.22	10	20.32	.25	344	0.034
20	20.34	.23	5.28	20	20.34	.23	346	0.069
30	20.28	.22	5.20	30	20.28	.22	346	0.104
50	19.16	-	4.87	50	19.16	.21	319	0.171
75	17.89	19.20	4.63	75	17.89	.20	289	0.247
100*	16.72	.18	4.25	100	16.72	.18	267	0.317
150*	14.68	.13	4.04	150	14.68	.13	229	0.443
199*	12.89	.08	3.80	200	12.86	.08	199	0.552
302*	9.44	.01	2.97	300	9.52	.01	151	0.733
406*	6.57	18.98	2.33	400	6.70	18.98	115	0.972
530*	4.98	.99	1.84	500	5.33	.99	97	0.984
635*	4.22	19.02	1.71	600	4.46	19.01	85	1.080
845*	3.37	.05	1.57	800	3.50	.04	71	1.247
1055*	2.88	.08	1.67	1000	3.07	.07	63	1.394

St. 32, K 3, V-17, 1035, 32-00 N, 134-30 E, 21.0, W-1.0,
cloudy, SW-1, SW-1, 17(0), 2.

0	21.0	19.23	5.17	0	21.0	19.23	363	0
10	20.84	.23	5.19	10	20.84	.23	358	0.036
20	20.78	.24	5.11	20	20.78	.24	355	0.072
30	20.74	.23	5.13	30	20.74	.23	355	0.107
50	18.78	.21	4.81	50	18.78	.21	310	0.174
75	18.04	.21	4.55	75	18.04	.21	292	0.250
109*	16.86	.19	4.38	100	17.18	.20	274	0.321
163*	14.55	.13	4.02	150	15.10	.14	235	0.450
218*	12.74	.08	3.83	200	13.32	.09	207	0.563
328*	8.92	.01	2.67	300	9.81	.03	154	0.749
438*	6.68	18.98	2.37	400	7.40	18.98	124	0.885
528*	5.34	-	2.18	500	5.70	.98	102	1.014
634*	4.44	19.00	1.71	600	4.72	.99	70	1.116
856*	3.38	.05	1.60	800	3.57	19.04	72	1.200
1078*	2.85	.08	1.73	1000	3.00	.07	63	1.394

(a) Value doubtful.

Table 4.

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ⁵ Δ _{st}	ΔD dyn. m
St. 34, K 4, V-17, 1540, 31-20 N, 134-30 E, 22.3, W-1.0, fine, -, NW-1, 25(0), 2.								
0	23.8	19.33	4.85	0	23.8	19.33	425	0
10	23.65	.33	4.83	10	23.65	.33	421	0.042
20	23.61	-	-	20	23.61	.33	420	0.084
30	23.60	19.33	4.86	30	23.60	.33	419	0.126
50	23.11	.33	4.74	50	23.11	.33	406	0.209
75	23.06	.35	4.67	75	23.06	.35	402	0.311
99*	20.72	.33	5.37	100	20.69	.33	342	0.405
149*	19.26	.33	5.07	150	19.24	.33	306	0.569
199*	18.60	.32	5.16	200	18.59	.32	290	0.721
308*	16.98	.22	4.44	300	16.77	.23	260	1.004
417*	13.70	.11	4.13	400	14.14	.12	219	1.254
505*	10.83	18.98	3.68	500	11.00	18.99	177	1.463
605*	7.89	.93	2.91	600	8.00	.93	139	1.631
799*	4.82	.97	1.77	800	4.80	.97	94	1.882
993*	3.63	19.03	1.47	1000	(3.60)(19.03)		(73)	(2.065)
St. 37, G 5, V-17, 2230, 31-00 N, 135-40 E, 22.0, S-7.0, rain, S-2, S-1, -, -.								
0	21.9	19.25	4.90	0	21.9	19.25	383	0
10	21.60	.25	5.19	10	21.60	.25	374	0.038
20	21.53	.28	5.14	20	21.53	.28	369	0.075
29	21.46	.29	5.25	30	21.44	.29	365	0.112
49	20.98	.33	5.24	50	20.96	.33	346	0.183
78	20.34	.33	5.18	75	20.39	.33	334	0.269
110*	19.85	.33	5.06	100	19.99	.33	324	0.352
166*	18.76	.30	4.79	150	19.04	.31	303	0.511
233*	18.37	.30	4.98	200	18.52	.30	291	0.662
330*	16.94	.24	4.61	300	17.51	.25	274	0.953
438*	15.34	.18	4.43	400	15.88	.20	244	1.223
535*	12.30	.05	3.97	500	13.70	.10	212	1.454
642*	9.72	18.98	3.46	600	10.68	.00	172	1.669
857*	5.92	.97	2.21	800	6.43	18.96	118	1.983
1073*	3.98	19.03	1.67	1000	4.56	19.01	87	2.210
St. 41, G 3, V-18, 0745, 32-20 N, 135-40 E, 20.1, NW-11.0, cloudy, NW-3, SW-2, 16(5), 3.								
0	20.5	19.21	5.27	0	20.5	19.21	353	0
10	20.52	.20	5.25	10	20.52	.20	354	0.035
20	20.35	.23	5.26	20	20.35	.23	346	0.070
30	20.15	.23	5.25	30	20.15	.23	341	0.105
50	19.76	.23	5.06	50	19.76	.23	331	0.172
75	18.23	.23	4.89	75	18.23	.23	294	0.251
118*	16.29	.23	4.42	100	17.10	.23	268	0.322
167*	14.78	.15	4.16	150	15.25	.18	233	0.449
220*	12.49	.09	3.74	200	13.40	.11	206	0.561
327*	9.56	.01	3.04	300	10.20	.02	160	0.750
437*	6.35	18.96	2.37	400	7.40	18.97	125	0.899
589*	4.43	.98	1.69	500	5.30	.95	102	1.019
705*	3.82	19.02	1.51	600	4.35	.96	87	1.118
940*	3.15	.07	1.57	800	3.55	19.03	73	1.289
1176*	2.71	.10	1.82	1000	3.00	.08	61	1.435
St. 43, G 2, V-18, 1417, 33-00 N, 135-40 E, 20.0, WSW-12.0, cloudy, SW-4, SW-5, 16(5), 2-3.								
0	20.5	19.25	5.20	0	20.5	19.25	347	0
11	20.67	.24	5.21	10	20.65	.24	352	0.035
21	20.66	.23	5.15	20	20.66	.23	353	0.070
32	20.47	.23	5.28	30	20.50	.23	349	0.105
53	19.10	.23	4.81	50	19.25	.23	318	0.172
80	18.25	.21	4.64	75	18.35	.21	299	0.250
112*	17.12	.20	4.49	100	17.60	.20	293	0.323
169*	14.93	.14	4.11	150	15.60	.16	244	0.457
229*	12.92	.10	3.72	200	13.95	.12	212	0.573
348*	8.49	18.96	3.22	300	10.50	.02	165	0.768
467*	6.80	.96	2.51	400	7.75	18.96	132	0.923
595*	5.03	.96	2.20	500	6.30	.96	112	1.052
714*	4.51	19.01	1.72	600	5.00	.96	98	1.163
953*	3.37	.05	1.52	800	4.15	19.03	79	1.353
1192*	2.75	.10	2.03	1000	3.20	.07	64	1.510

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ⁵ Δ _{st}	ΔD dyn. m
St. 44, G 1, V-18, 1755, 33-20 N, 135-40 E, 21.3, NNW-10.2, clear, NNW-3, SE-1, 17(5), 3.								
0	20.8	19.15	5.15	0	20.8	19.15	367	0
10	20.93	.15	5.17	10	20.93	.15	371	0.037
19	20.79	.20	5.16	20	20.78	.20	361	0.074
29	20.72	.20	5.19	30	20.71	.20	359	0.110
48	19.91	.24	4.91	50	19.83	.24	331	0.179
73	18.65	.25	4.61	75	18.54	.25	298	0.258
96*	17.50	.23	4.49	100	17.33	.22	274	0.330
142*	15.72	.18	4.22	150	15.28	.17	235	0.459
188*	13.64	.13	3.82	200	13.02	.10	200	0.570
285*	9.84	18.98	3.54	300	9.43	18.97	154	0.753
383*	7.87	.94	3.13	400	7.65	.94	133	0.903
478*	6.75	.99	2.42	500	6.44	.99	110	1.031
576*	5.35	19.00	1.95	600	5.08	19.00	93	1.189
774*	4.00	.03	1.64	800	3.89	.04	75	1.320
978*	3.33	.06	1.70	1000	(3.30)(.06)		(67)	(1.476)
St. 50, H 2, V-20, 0330, 33-40 N, 136-40 E, 18.7, N-15.0, clear, N-4, N-3, -, -.								
0	22.5	19.35	4.98	0	22.5	19.35	386	0
10	22.68	.35	5.07	10	22.68	.35	381	0.039
19	22.69	.35	4.95	20	22.69	.35	391	0.078
28	22.69	.34	4.98	30	22.68	.34	392	0.117
47	21.75	.35	4.85	50	21.60	.35	362	0.193
107*	20.12	.33	4.44	75	20.97	.35	344	0.282
157*	18.31	.29	4.49	100	20.30	.34	329	0.367
207*	17.05	.24	4.31	150	18.98	.30	293	0.525
304*	12.42	.08	3.85	200	17.20	.25	268	0.668
403*	9.87	18.98	3.75	300	12.62	.08	194	0.906
490*	8.32	19.00	2.91	400	9.94	18.98	162	1.092
584*	6.48	.00	2.32	500	8.00	19.00	130	1.246
773*	4.62	.00	1.81	600	6.27	.00	106	1.373
973*	3.67	.05	1.63	800	4.45	.01	85	1.580
				1000	(3.60)(.05)		(70)	(1.751)
St. 51, H 1, V-20, 0730, 34-00 N, 136-40 E, 19.3, NNW-10.0, clear, NNW-4, NNW-3, 22(8), 2-3.								
0	20.5	19.27	5.19	0	20.5	19.27	345	0
10	20.65	.27	5.15	10	20.65	.27	348	0.035
20	20.65	.27	5.18	20	20.65	.27	348	0.070
30	20.62	.27	5.16	30	20.62	.27	348	0.104
50	19.58	.25	4.96	50	19.58	.25	327	0.172
75	18.43	.23	4.69	75	18.43	.23	299	0.251
85*	18.16	.24	4.59	100	17.65	.22	282	0.324
128*	16.57	.19	4.14	150	15.85	.17	247	0.458
170*	15.24	.17	4.21	200	14.02	.14	214	0.576
243*	11.77	.08	3.60	300	9.37	.02	148	0.763
304*	9.20	.02	3.06	400	7.21	.00	119	0.903
363*	7.64	.00	2.65	500	6.50	18.99	111	1.025
431*	6.95	.00	2.51	600	5.79	.98	103	1.139
572*	6.02	18.97	2.22	800	(4.00)(19.03)		(78)	(1.334)
730*	4.51	19.01	1.74					
St. 55, U 2, V-24, 2210, 34-00 N, 137-40 E, 22.5, NNW-7.0, cloudy, NNW-2, SE-1, -, -.								
0	22.7	19.30	5.23	0	22.7	19.30	398	0
10	22.82	.30	4.98	10	22.82	.30	402	0.040
19	22.83	.30	5.04	20	22.85	.30	402	0.080
30	22.83	.30	4.92	30	22.83	.30	402	0.121
51	22.83	.30	4.91	50	22.83	.30	402	0.201
76	22.35	.35	4.76	75	22.37	.35	389	0.300
107*	21.42	.37	4.94	100	21.58	.37	359	0.394
165*	19.25	.32	4.64	150	19.70	.33	316	0.565
217*	17.87	.27	4.55	200	18.25	.28	287	0.718
322*	14.87	.17	4.34	300	15.83	.21	242	0.991
442*	11.12	.03	3.88	400	12.42	.07	192	1.217
470*	10.05	.00	3.54	500	9.12	18.97	151	1.398
565*	7.71	18.95	2.94	600	7.17	.95	124	1.545
755*	5.27	.99	1.99	800	4.90	19.00	92	1.778
941*	4.01	19.03	1.65	1000	(3.75)(.04)		(74)	(1.960)

Table 4.

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/l	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ³ Δ _{st}	ΔD dyn. m
St. 57, U 3, V-25, 0330, 33-20 N, 137-40 E, 21.8, W-4.7, cloudy, NW-1, E-1, -, -.								
0	21.6	19.30	5.09	0	21.6	19.30	371	0
10	21.67	.30	5.01	10	21.67	.30	370	0.037
20	21.62	.31	5.08	20	21.62	.31	367	0.074
30	21.53	.31	5.01	30	21.53	.31	366	0.111
50	19.98	.33	5.23	50	19.98	.33	384	0.180
75	19.27	.35	5.10	75	19.27	.35	304	0.259
109*	18.69	.32	4.80	100	18.90	.33	297	0.335
158*	18.11	.28	4.64	150	18.20	.29	286	0.423
208*	17.89	.30	5.01	200	17.90	.30	277	0.625
317*	16.85	.25	4.72	300	17.15	.27	254	0.904
425*	14.91	.17	4.11	400	15.38	.19	234	1.164
513*	12.89	.08	4.18	500	13.20	.09	205	1.395
615*	9.51	18.96	3.73	600	10.10	18.96	184	1.593
822*	5.20	.96	2.25	800	5.75	.96	105	1.894
1025*	4.09	19.03	1.62	1000	4.20	19.02	90	2.085
St. 59, U 4, V-25, 0930, 32-40 N, 137-40 E, 24.3, NW-3.1, clear, WNW-1, NE-1, 28(0), 2.								
0	21.5	19.31	5.07	0	21.5	19.31	365	0
10	21.41	.31	5.13	10	21.41	.31	365	0.036
20	21.32	.32	4.99	20	21.32	.32	359	0.073
30	21.13	.32	5.06	30	21.13	.32	355	0.108
50	20.64	.35	4.99	50	20.64	.35	338	0.178
75	20.34	.35	4.85	75	20.34	.35	329	0.262
108*	19.66	.35	4.91	100	19.85	.35	318	0.343
167*	18.94	.33	5.06	150	19.06	.33	302	0.500
226*	18.57	.32	4.93	200	18.75	.32	294	0.652
345*	17.12	.25	4.65	300	17.75	.27	277	0.946
463*	15.39	.19	4.31	400	16.40	.23	251	1.221
523*	13.90	.13	4.54	500	14.65	.16	224	1.472
628*	10.40	.01	3.65	600	11.20	.04	174	1.684
840*	6.25	18.96	2.35	800	6.80	18.95	120	2.002
1053*	4.10	19.03	1.53	1000	4.60	19.01	87	2.230
(a) Value doubtful.								
St. 61, V-25, 1540, 32-00 N, 137-40 E, 23.1, WNW-5.0, clear, WNW-1, NE-1, 33(9), 2.								
0	22.0	19.32	5.16	0	22.0	19.32	376	0
11	21.50	.32	5.13	10	21.55	.32	365	0.037
20	21.42	.32	5.11	20	21.42	.32	362	0.073
30	21.11	.32	5.20	30	21.11	.32	353	0.109
51	20.97	.32	5.11	50	20.98	.32	350	0.180
76	20.63	.31	5.03	75	20.64	.31	343	0.267
107*	20.27	-	4.96	100	20.35	.31	335	0.353
160*	19.56	19.31	4.91	150	19.70	.31	319	0.519
214*	19.06	.31	4.95	200	19.18	.31	307	0.628
322*	17.92	.26	4.67	300	18.25	.28	287	0.934
431*	16.34	.20	4.38	400	16.85	.22	265	1.220
540*	14.44	.13	4.17	500	15.15	.16	234	1.461
St. 63, U 6, V-25, 2120, 31-20 N, 137-40 E, 22.6, WNW-3.5, clear, WNW-1, -, -, -.								
0	21.7	19.27	5.08	0	21.7	19.27	374	0
10	21.67	.27	5.10	10	21.67	.27	374	0.037
20	21.41	.29	5.14	20	21.41	.29	365	0.074
30	21.23	.29	5.14	30	21.23	.29	361	0.111
50	20.90	.31	5.12	50	20.90	.31	349	0.182
75	20.55	.33	4.99	75	20.55	.33	338	0.269
98*	20.37	.33	4.94	100	20.35	.33	332	0.353
145*	19.71	.33	4.94	150	19.70	.33	316	0.517
198*	19.11	.31	4.90	200	19.10	.31	305	0.676
298*	18.25	.28	4.80	300	18.25	.28	287	0.960
397*	16.71	.21	4.55	400	16.65	.21	261	1.265
497*	14.75	.14	4.21	500	14.70	.14	228	1.523
600*	12.64	.05	3.74	600	12.64	.05	199	1.751
800*	7.53	18.97	2.58	800	7.53	18.97	127	2.105
1000*	4.45	19.01	1.58	1000	4.45	19.01	95	2.340
1200*	3.40	.05	1.45	1200	3.40	.05	69	2.513
1500*	2.68	.10	1.77	1500	2.68	.10	56	2.727

Table 5. Oceanographic observations, west of Japan, Shumpū Maru (1959) #

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ³ Δ _{st}	ΔD dyn. m
Jan. 14 - Feb. 6								
St. N-1, I-14, 1102, 32-43 cloudy, NNE-1, W-1, 12(0), 5.				N, 129-44 E, 6.3, N-1.3,			N-1.3,	
0	15.6	-	5.59	0	15.6	-	-	-
10	15.62	-	5.60	10	15.62	-	-	-
20	15.60	-	5.61	20	15.60	-	-	-
30	15.57	-	5.58	30	15.57	-	-	-
50	15.43	-	5.64	50	15.43	-	-	-
St. N-2, I-14, 1252, 32-39 N, 129-28 E, 6.5, N-2.0, cloudy, N-1, W-1, 22(0), 3.				N, 129-28 E, 6.5, N-2.0,			N-2.0,	
0	16.8	-	5.27	0	16.8	-	-	-
10	16.80	-	5.27	10	16.80	-	-	-
20	16.80	-	5.27	20	16.80	-	-	-
30	16.79	-	5.27	30	16.79	-	-	-
49	16.74	-	5.24	50	16.74	-	-	-
74	16.70	-	5.28	75	16.70	-	-	-
99	16.73	-	5.20	100 (16.73)	-	-	-	-
St. N-3, I-14, 1446, 32-36 N, 129-12 E, 7.3, NNW-3.7, cloudy, NNW-1, WNW-1, 22(0), 3.				N, 129-12 E, 7.3, NNW-3.7,			NNW-3.7,	
0	16.5	-	5.32	0	16.5	-	-	-
10	16.53	-	5.24	10	16.53	-	-	-
30	16.53	-	5.27	30	16.53	-	-	-
50	16.52	-	5.26	50	16.52	-	-	-
100	16.55	-	5.17	100	16.55	-	-	-
150	15.89	-	4.33	150	15.89	-	-	-
St. M-4, I-14, 1628, 32-32 N, 128-56 E, 7.4, NNW-2.5, cloudy, NNW-1, WNW-1, 19(0), 4.				N, 128-56 E, 7.4, NNW-2.5,			NNW-2.5,	
0	16.6	-	5.28	0	16.6	-	-	-
12	16.67	-	5.21	10	16.65	-	-	-
32	16.68	-	5.24	20	16.68	-	-	-
51	16.60	-	5.26	30	16.68	-	-	-
101	16.42	-	5.20	50	16.60	-	-	-
150	15.80	-	5.29	75	16.52	-	-	-
				100	16.42	-	-	-
				150	15.80	-	-	-
St. M-3, I-14, 1847, 32-18 N, 129-12 E, 7.5, NW-2.0, cloudy, NNW-1, WNW-1, -, -.				N, 129-12 E, 7.5, NW-2.0,			NW-2.0,	
0	17.0	-	5.19	0	17.0	-	-	-
10	17.16	-	5.18	10	17.16	-	-	-
30	17.15	-	5.16	20	17.16	-	-	-
50	16.72	-	5.03	30	17.15	-	-	-
100	16.45	-	4.76	50	16.72	-	-	-
150	15.65	-	4.17	75	16.59	-	-	-
				100	16.45	-	-	-
				150	15.65	-	-	-
St. M-2, I-14, 2140, 32-04 N, 129-29 E, 10.6, NNW-3.0, cloudy, -, -, -, -.				N, 129-29 E, 10.6, NNW-3.0,			NNW-3.0,	
0	17.2	-	5.09	0	17.2	-	-	-
10	17.22	-	5.07	10	17.22	-	-	-
30	17.23	-	4.91	20	17.23	-	-	-
50	17.22	-	5.08	30	17.23	-	-	-
100	17.24	-	5.01	50	17.22	-	-	-
150	16.84	-	5.12	75	17.23	-	-	-
223*	15.00	-	3.17	100	17.24	-	-	-
271*	12.83	-	3.46	150	16.84	-	-	-
320*	11.44	-	3.30	200	15.72	-	-	-
418*	9.08	-	2.09	300	12.04	-	-	-
515*	7.48	-	2.44	400	9.45	-	-	-
557*	7.19	-	2.18	500	7.68	-	-	-

Operated by the Nagasaki Marine Observatory.

Observed				Interpolated			Calculated	
Depth m	Temp. °C	Cl ‰	O ₂ cc/L	Depth m	Temp. °C	Cl ‰	10 ³ Δ _{st}	ΔD dyn. m
St. A-1, I-15, 0025, 31-50 N, 129-45 E, 10.2, cloudy, -, -, -, -.								
0	18.4	-	5.08	0	18.4	-	-	-
10	18.37	-	5.02	10	18.37	-	-	-
30	17.72	-	4.91	20	18.10	-	-	-
50	17.55	-	4.92	30	17.72	-	-	-
100	17.02	-	4.68	50	17.55	-	-	-
150*	16.33	-	4.25	75	17.29	-	-	-
200*	15.32	-	4.05	100	17.02	-	-	-
250*	12.25	-	3.64	150	16.53	-	-	-
300*	10.92	-	3.79	200	15.32	-	-	-
				300	10.92	-	-	-
St. A-2, I-15, 0326, 31-50 N, 129-20 E, 9.7, SSW-2.1, fine, -, -, -, -.				N, 129-20 E, 9.7, SSW-2.1,			SSW-2.1,	
0	17.4	-	5.16	0	17.4	-	-	-
10	17.32	-	5.37	10	17.32	-	-	-
30	17.32	-	5.49	20	17.32	-	-	-
50	17.32	-	5.45	30	17.32	-	-	-
100	17.35	-	5.33	50	17.32	-	-	-
150	17.35	-	5.54	75	17.34	-	-	-
200	15.58	-	4.53	100	17.35	-	-	-
250	13.81	-	3.98	150	17.35	-	-	-
300*	11.94	-	3.63	200	15.58	-	-	-
400*	8.84	-	3.07	300	11.94	-	-	-
500*	7.16	-	2.49	400	8.84	-	-	-
600*	6.57	-	2.45	500	7.16	-	-	-
700*	5.94	-	2.10	600	6.57	-	-	-
St. A-3, I-15, 0730, 31-50 N, 128-45 E, 11.5, S-4.0, fine, SSW-1, W-1, -, -.				N, 128-45 E, 11.5, S-4.0,			S-4.0,	
0	17.7	-	5.55	0	17.7	-	-	-
11	17.66	-	5.40	10	17.66	-	-	-
31	17.67	-	5.54	20	17.66	-	-	-
50	17.67	-	5.51	30	17.67	-	-	-
100	17.71	-	5.36	50	17.67	-	-	-
128*	17.72	-	5.40	75	17.69	-	-	-
150*	17.74	-	5.48	100	17.71	-	-	-
177*	17.75	-	5.16	150	17.74	-	-	-
226*	15.68	-	4.14	200	17.16	-	-	-
325*	11.90	-	3.51	300	12.80	-	-	-
423*	9.32	-	2.94	400	9.86	-	-	-
522*	7.48	-	2.63	500	7.82	-	-	-
St. A-4, I-15, 1125, 31-50 N, 128-10 E, 14.3, SW-9.5, cloudy, SW-2, WNW-1, 23(10), 4.				N, 128-10 E, 14.3, SW-9.5,			SW-9.5,	
0	17.9	-	5.23	0	17.9	-	-	-
12	17.73	-	5.47	10	17.73	-	-	-
32	17.73	-	5.15	20	17.73	-	-	-
51	17.71	-	5.40	30	17.73	-	-	-
98	17.55	19.22	5.50	50	17.71	-	-	-
127	17.47	.21	5.39	75	17.61	-	-	-
				100	17.55	19.22	279	-
St. A-5, I-15, 1540, 31-50 N, 127-35 E, 12.9, WNW-10.7, cloudy, -, -, 21(10), 3.				N, 127-35 E, 12.9, WNW-10.7,			WNW-10.7,	
0	17.7	19.23	5.59	0	17.7	19.23	282	-
14	17.78	.22	5.23	10	17.78	.22	285	-
34	17.79	.22	5.41	20	17.78	.22	285	-
53	17.79	.22	5.25	30	17.79	.22	285	-
101	17.79	.21	5.46	50	17.79	.22	285	-
125	17.09	.17	4.69	75	17.79	.22	285	-
				100	17.79	.21	286	-
St. A-6, I-15, 2108, 31-50 N, 127-00 E, 11.5, NNW-14.9, cloudy, -, -, -, -.				N, 127-00 E, 11.5, NNW-14.9,			NNW-14.9,	
0	16.8	19.04	5.64	0	16.8	19.04	286	-
13	16.75	.05	5.44	10	16.76	.05	284	-
32	16.78	.04	5.61	20	16.76	.05	284	-

Table 11. Chemical Data,
East of Tokyo District,
Yūshio Maru (1959) #

Table 12. Chemical Data,
East of Honshū,
Ryōfū Maru (1959) #

Depth	Value	Depth	Value
A. Phosphate-P		St. 1433	
Feb. 25-28, Mar. 1, 10		Mar. 1	
St. 1433		40-36N	
Feb. 25		144-03E	
41-31N		0 1.40	
143-02E		10 1.18	
0 0.60		20 1.17	
11 0.63		30 1.14	
21 0.63		50 1.22	
30 0.46		75 1.35	
50 0.52		101 1.40	
76 0.51		150 2.14	
100 0.89		194 2.16	
149 0.65		280 2.30	
194 0.91		383 2.60	
287 1.92		476 2.72	
398 2.18		607 2.82	
467 2.16		802 2.70	
561 2.54		997 2.58	
St. 1437		1181 2.72	
Feb. 26		St. 1446	
41-59N		Mar. 10	
145-53E		39-32N	
0 1.33		142-34E	
10 1.29		0 1.41	
20 1.17		10 1.23	
30 1.06		20 1.22	
49 1.22		30 1.25	
74 1.22		50 1.26	
100 1.22		75 1.40	
148 1.26		100 1.47	
197 1.76		147 1.69	
256 2.16		190 2.00	
335 2.14		282 2.16	
420 2.23		413 2.44	
513 2.54		545 2.61	
701 2.70		612 2.61	
St. 1440		784 3.05	
Feb. 28		St. 1447	
42-03N		Mar. 10	
144-45E		39-32N	
0 2.08		144-01E	
10 1.33		0 0.96	
20 1.31		12 0.87	
30 1.33		21 1.01	
50 1.31		31 0.96	
75 1.14		50 0.94	
100 1.26		74 1.03	
147 1.92		102 1.18	
194 1.57		147 1.25	
274 2.16		189 1.89	
375 2.44		300 2.26	
472 2.35		400 2.44	
569 2.52		597 2.44	
756 2.37		767 2.73	
949 2.56		961 2.26	

Operated by the Hakodetsu
Marine Observatory.

Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value
(a) Feb. 17, 21		30 6		148 0.27		2131 2.95		10 0.19	
Phosphate-P		50 6		195 0.35		2360 2.91		10 0.33	
St. 1154		75 8		288 0.38				29 0.26	
Feb. 17		97 8		376 0.86		St. 1212		45 0.54	
38-44N		144 13		463 1.08		May 29		73 0.56	
144-53E		190 19		548 1.48		32-04N		116 0.86	
0 1.05		288 35		727 2.45		156-14E		178 0.86	
10 1.09		386 45		924 2.96				236 1.08	
20 1.05		484 56		1142 3.12				354 1.99	
30 1.00		583 69		1363 3.19				472 2.66	
50 1.03		781 79		1588 1.92(a)		0 0.18		599 2.80	
75 1.14		979 85		1810 2.83		10 0.22		760 2.61	
102 1.18		1179 94				20 0.20		954 2.64	
148 1.88				(a) Value		29 0.24		1204 3.40	
195 1.77				doubtful		49 0.18		1456 3.09	
288 2.45						74 0.23			
381 2.81						96 0.45			
475 3.04						142 0.32		t. 1216	
568 3.03						188 0.37		May 30	
755 3.11						282 0.42			
942 3.08						377 0.67		35-14N	
1132 3.17						474 0.91		156-00E	
St. 1155						574 1.26			
Feb. 17						785 1.27(a)		0 0.23	
39-58N						1003 3.01		10 0.21	
145-02E						1228 3.03		19 0.23	
0 1.62						(a) Value		29 0.29	
9 1.66						doubtful		48 0.45	
18 1.54								71 0.82	
28 1.64								79 0.82	
46 1.55								118 0.99	
69 1.65								158 0.95	
94 1.67								237 1.39	
141 2.22								317 1.82	
209 2.19								397 2.32	
289 2.55								477 2.68	
388 2.70								649 2.89	
487 2.87								838 3.20	
590 2.89								1052 3.27	
780 2.95									
955 2.92									
1133 2.91									
St. 1166									
Feb. 21									
39-18N									
146-46E									
0 0.81									
10 0.73									
20 0.81									
30 0.75									
50 0.79									
75 0.72									
97 0.72									
144 0.77									
190 1.18									
288 1.76									
386 2.37									
484 2.62									
583 2.93									
781 2.95									
979 2.99									
1179 3.02									
C. Silicate-31									
St. 1166									
Feb. 21									
39-18N									
146-46E									
0 13									
10 11									
20 8									

Operated by the Japan
Meteorological Agency.

Table 13.

Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value
St.591-69,U2 Mar. 11		444 0.77 632 2.05 819 2.48 1055 2.95		St.592-12 May 11		640 2.63 873 2.69 1108 2.76		St.592-43,G2 May 18		425 0.74 615 1.39 822 2.36 1085 2.73		St.592-7,J3 May 10		108 4 216 10 542 49		St.592-28,K1 May 16	
34-00N 137-40E				31-14N 132-52E				33-00N 135-40E				31-37N 133-41E					
0 0.35 50 0.66 105 1.41 215 2.16 435 2.82 650 2.86 850 3.10 1050 2.85		St.591-81 Mar. 20		0 0.08 50 0.10 99 0.18 197 0.31 508 1.68		St.592-40,K2 May 17		0 0.21 53 0.43 112 0.62 229 1.05 467 2.26 714 2.69 953 2.83 1192 2.64		St.592-59,U4 May 25		0 4 50 3 180 6 240 16 468 49 697 74 931 85 1170 88					
St.591-70,N1 Mar. 19		32-40N 139-20E		St.592-15 May 11		32-40N 134-30E		0 0.16 50 0.40 100 0.74 199 1.12 406 2.46 635 2.95 845 2.96 1055 2.92		32-40N 137-40E		0 0.20 50 0.13 108 0.11 226 0.24 463 0.68 628 1.11 840 2.06 1053 2.57		St.592-12 May 11		0 4 50 4 114 9 230 18 467 60 640 81 873 96 1108 100	
34-30N 138-30E		0 0.28 51 0.16 100 0.18 206 0.18 308 0.52 503 0.95		31-28N 131-46E		0 0.06 53 0.12 106 0.28 208 0.64 515 1.96		33-20N 135-40E		32-40N 137-40E		31-14N 132-52E					
0 0.55 50 0.55 105 0.70 210 1.77 420 2.34 650 2.61 840 2.72 1050 2.76		St.591-83 Mar. 21		32-20N 139-20E		St.592-32,K3 May 17		0 0.18 48 0.28 96 0.64 188 0.97 385 1.86 576 2.52 774 2.74 978 2.77		St.592-61,U5 May 25		0 8 50 2 99 1 197 2 508 34					
St.591-73,N2 Mar. 19		0 0.50 54 0.18 110 0.24 240 0.88 415 1.17 588 2.18 772 2.60 965 2.78		32-20N 139-20E		32-00N 134-30E		0 0.25 50 0.52 109 0.74 218 1.16 438 2.22 634 2.85 856 2.92 1078 2.85		32-00N 137-40E		0 0.09 51 0.11 107 0.23 214 0.17 431 0.58 540 0.87		St.592-15 May 11		0 3 50 6 100 9 199 18 405 50 835 71 845 86 1055 94	
33-30N 138-30E		St.591-85 Mar. 21		31-48N 132-16E		0 0.12 49 0.13 104 0.37 208 0.84 524 2.26		St.592-50,H2 May 20		33-40N 136-40E		0 2 53 6 106 6 208 10 515 52		St.592-30,K2 May 17		0 3 50 6 100 9 199 18 405 50 835 71 845 86 1055 94	
0 0.18 120 0.24 240 0.67 444 1.52 639 2.49 829 2.80 1065 2.70		(b) May 10-25		0 0.12 49 0.13 104 0.37 208 0.84 524 2.26		St.592-34,K4 May 17		0 0.08 47 0.18 107 0.37 207 0.67 403 1.29 584 2.46 773 2.61 973 2.97		St.592-63,U6 May 25		0 2 53 6 106 6 208 10 515 52		St.592-32,K3 May 17		0 3 50 6 100 9 199 18 405 50 835 71 845 86 1055 94	
St.591-75,N3 Mar. 20		Phosphate-P		St.592-20 May 13		31-20N 134-30E		St.592-51,H1 May 20		31-20N 137-40E		0 0.07 50 0.05 99 0.08 198 0.10 397 0.46 600 0.90 800 1.84 1000 2.82 1200 2.68 1500 2.52		St.592-18 May 13		0 4 50 5 109 8 218 19 438 55 634 69 856 91 1078 98	
32-50N 138-30E		St.592-3,J1 May 10		32-00N 133-00E		0 0.09 50 0.18 99 0.12 199 0.16 417 0.93 605 1.88 799 2.72 993 2.82		34-00N 136-40E		0 0.07 50 0.05 99 0.08 198 0.10 397 0.46 600 0.90 800 1.84 1000 2.82 1200 2.68 1500 2.52		St.592-18 May 13		0 4 50 5 109 8 218 19 438 55 634 69 856 91 1078 98		St.592-34,K4 May 17	
0 0.40 50 0.23 104 0.28 206 0.89 416 0.83 625 1.83 834 2.48 1044 2.70		32-40N 133-14E		0 0.12 53 0.22 106 0.56 205 0.91 523 2.66		St.592-23 May 14		St.592-37,G5 May 17		St.592-55,U2 May 24		0 2 39 2 94 5 170 8 338 27 419 37		St.592-23 May 14		St.592-37,G5 May 17	
St.591-77,N4 Mar. 20		32-15N 133-23E		0 0.12 49 0.16 197 0.82 515 2.42		31-17N 132-00E		0 0.17 50 0.31 85 0.52 170 0.84 304 1.71 431 2.12 572 2.41 730 2.79		32-40N 133-14E		0 2 39 2 94 5 170 8 338 27 419 37		St.592-23 May 14		St.592-37,G5 May 17	
0 0.27 50 0.32 100 0.21 200 0.24 398 0.46 587 1.27 778 2.70 1022 2.67		32-10N 136-30E		St.592-25 May 14		0 0.12 52 0.18 108 0.57 216 0.84 542 2.45		31-00N 135-40E		32-40N 137-40E		0 2 39 2 94 5 170 8 338 27 419 37		St.592-23 May 14		St.592-37,G5 May 17	
St.591-79 Mar. 20		31-37N 133-41E		32-32N 132-27E		0 0.11 50 0.20 118 0.71 220 1.11 437 2.39 705 2.85 940 2.88 1178 2.90		St.592-41,G3 May 18		32-40N 137-40E		0 0.10 51 0.12 107 0.08 217 0.40 442 1.13 565 1.86 755 2.43 941 2.60		St.592-23 May 14		St.592-37,G5 May 17	
0 0.27 50 0.32 100 0.21 200 0.24 398 0.46 587 1.27 778 2.70 1022 2.67		32-10N 136-30E		St.592-28,K1 May 16		0 0.16 50 0.24 114 0.63 230 1.11 467 2.41		33-20N 134-30E		33-20N 137-40E		0 0.07 50 0.07 109 0.20 208 0.24		St.592-25 May 14		St.592-37,G5 May 17	
St.591-79 Mar. 20		32-00N 139-20E		32-32N 132-27E		0 0.16 50 0.24 114 0.63 230 1.11 467 2.41		33-20N 134-30E		33-20N 137-40E		0 0.07 50 0.07 109 0.20 208 0.24		St.592-25 May 14		St.592-37,G5 May 17	
0 0.37 50 0.24 108 0.32 206 0.45		32-00N 139-20E		32-32N 132-27E		0 0.16 50 0.24 114 0.63 230 1.11 467 2.41		33-20N 134-30E		33-20N 137-40E		0 0.07 50 0.07 109 0.20 208 0.24		St.592-25 May 14		St.592-37,G5 May 17	

Table 13.

Depth	Value	Depth	Value
St. 592-41, G3 May 18		217 5	
		442 18	
		565 34	
32-20N		755 68	
135-40E		941 82	
0 5			
50 4		St. 592-57, U3	
118 9		May 25	
220 20			
437 53		33-20N	
705 77		137-40E	
940 96			
1178 102		0 4	
		50 2	
		109 2	
		208 9	
St. 592-43, G2 May 18		615 39	
		922 61	
		1025 85	
33-00N			
135-40E		St. 592-59, U4	
0 6		May 25	
53 6			
112 7		32-40N	
229 18		137-40E	
467 52			
714 77		0 2	
953 92		50 2	
1192 94		108 2	
		226 3	
		463 7	
St. 592-44, G1 May 18		628 19	
		840 50	
		1053 78	
33-20N			
135-40E		St. 592-61, U5	
0 5		May 25	
48 5			
96 7		32-00N	
188 15		137-40E	
383 25			
576 63		0 4	
774 86		51 2	
978 92		107 2	
		214 7	
		431 6	
St. 592-50, H2 May 20		540 9	
33-40N		St. 592-63, U6	
136-40E		May 25	
0 3			
47 2		31-20N	
107 4		137-40E	
207 7			
403 26		0 1	
584 56		50 1	
773 74		99 1	
973 92		198 1	
		397 5	
		600 11	
St. 592-51, H1 May 20		800 42	
		1000 70	
		1200 90	
34-00N		1500 91	
136-40E			
0 4			
50 4			
85 5			
170 10			
304 35			
431 50			
572 55			
730 67			
St. 592-55, U2 May 24			
34-00N			
137-40E			
0 3			
51 2			
107 2			

Table 14. Chemical Data,
West of Japan,
Shumpu Maru (1959) #

Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value	Depth	Value
A Phosphate-P		31-50N		30 0.31		St. E-9		St. F-1	
		127-35E		50 0.36		Jan. 24		Jan. 26	
Jan. 14-				85 0.30					
Feb. 6						28-20N		28-30N	
		0 0.39				132-44E		130-03E	
St. N-1		14 0.42		St. E-2					
Jan. 14		34 0.28		Jan. 23		0 0.26		0 0.30	
		53 0.31				50 0.26		33 0.28	
32-43N		101 0.28		26-59N		100 0.30		52 0.30	
129-44E		125 0.74		130-51E		200 0.37		100 0.29	
						300 0.44		148 0.18	
0 0.50				0 0.58		400 0.81		205 0.33	
10 0.42		St. A-6		30 0.64		612 1.70		248 0.42	
20 0.68		Jan. 15		50 0.41		783 2.28		291 0.53	
30 0.43				100 0.44		922 2.64		375 0.83	
50 0.24		31-50N		150 0.44		1042 2.61		458 0.97	
		127-00E		200 0.69					
				300 1.33					
St. N-3		0 0.37		400 2.25		St. E-11		St. G-1	
Jan. 14		13 0.28		590 2.50		Jan. 25		Jan. 29	
		32 0.38		790 2.53					
32-36N		51 0.31				27-52N		27-24N	
129-12E		74 0.31				133-17E		128-28E	
				St. E-3					
0 0.46				Jan. 24		0 0.32		0 0.25	
10 0.29		St. A-7				50 0.39		15 0.28	
30 0.30		Jan. 16		29-45N		100 0.39		33 0.21	
50 0.43				131-07E		200 0.47		51 0.19	
100 0.38		31-50N				300 0.59		96 0.15	
150 0.86		126-15E		0 0.37		400 1.16		142 0.21	
				50 0.36		600 1.94		213 0.34	
		0 0.64		100 0.48		800 2.63		269 0.34	
		11 0.55		203 0.55		1000 3.04		327 0.49	
St. M.2,		27 0.58		302 1.05		1200 2.98		435 0.58	
Jan. 14		42 0.58		401 1.84					
		61 0.58							
32-04N				St. D-1		St. E-4		St. C-3	
129-29E				Jan. 23		Jan. 24		Jan. 30	
0 0.92						29-31N		27-48N	
30 1.05		31-00N		131-24E		133-00E		127-52E	
50 0.77		130-35E				0 0.19		0 0.17	
100 0.72				0 0.44		50 0.15		42 0.22	
150 0.82		0 0.45		50 0.42		100 0.17		78 0.30	
223 1.24		11 0.42		100 0.47		200 0.41		313 0.36	
320 1.53		30 0.44		188 0.64		300 0.61		392 0.48	
418 1.86		49 0.47		275 0.97		400 0.85		466 0.66	
515 2.50		96 0.42		362 1.69		600 1.90		555 1.22	
557 2.21		142 0.84		543 1.85		800 2.63		603 1.27	
				679 2.28		1000 2.97		734 1.64	
St. A-1				860 2.65		1175 2.88		900 2.10	
Jan. 15				1042 2.50					
		St. D-2				St. F-7		St. C-3	
31-50N		Jan. 23				Jan. 25		Jan. 30	
129-45E				30-45N		27-00N		27-48N	
		130-33E		130-33E		133-00E		127-52E	
0 0.51						0 0.19		0 0.17	
10 0.50		0 0.49		St. E-5		50 0.15		42 0.22	
30 0.58		18 0.47		Jan. 24		100 0.17		78 0.30	
50 0.65		35 0.31		29-16N		200 0.41		313 0.36	
100 0.57		52 0.31		131-40E		300 0.61		392 0.48	
150 0.78		95 0.21				400 0.85		466 0.66	
200 0.89		138 0.25		0 0.46		600 1.90		555 1.22	
250 1.36		172 0.53		50 0.43		800 2.63		603 1.27	
300 1.56				100 0.47		1000 2.97		734 1.64	
				200 0.73		1175 2.88		900 2.10	
				300 1.09					
St. A-3				400 1.94		St. F-5		St. C-3	
Jan. 15				600 2.51		Jan. 25		Jan. 31	
		30-30N		800 2.79		27-30N		28-12N	
31-50N		130-33E		1000 2.99		132-01E		127-16E	
128-45E				1200 2.66		0 0.32		0 0.48	
0 0.97		0 0.49				50 0.40		50 0.44	
31 0.81		10 0.44		St. E-7		100 0.36		100 0.39	
50 0.71		28 0.37		Jan. 24		200 0.24		210 0.43	
100 0.74		45 0.40				300 0.42		310 0.69	
128 0.76		89 0.30		28-48N		400 0.59		410 1.67	
150 0.71		111 0.29		132-12E		740 2.14		510 2.06	
226 1.04						825 2.44		569 2.16	
325 1.68				0 0.35		1215 2.74		739 2.43	
423 2.45		St. E-1		50 0.35		1403 2.70		870 2.53	
522 2.54		Jan. 23		100 0.36					
				200 0.44		St. F-3		St. C-6	
St. A-5		30-13N		300 0.60		Jan. 26		Jan. 31	
Jan. 15		130-35E		400 0.90		28-00N		28-24N	
				615 1.98		131-02E		126-58E	
		0 0.44		815 2.43		0 0.26		0 0.23	
		10 0.51		1015 2.67		51 0.26		32 0.30	
				1215 2.71		100 0.24		51 0.24	
						210 0.26		99 0.27	
						310 0.41		148 0.39	
						410 0.73		188 0.39	
						635 2.03		232 0.95	
						895 2.88		275 1.50	
						1095 3.11		361 1.74	
						1295 3.08			

Operated by the Nagasaki
Marine Observatory.

Table 24. Bathythermograph observations, south of Honahū, Shumpū Maru (1959) #

St	Date	Time	Lat	Long	Depth											SEC	CI	Remarks
					0m	10	20	30	50	75	100	150	200	250				
(a)	Feb. 25 - Mar. 21																	
591-1	II-25	1340	32-31N	132-23E	20.6	20.9	20.9	20.9	21.0	21.0	20.0	18.3	16.3	-	19.33	*		
591-2		1556	32-30	132-00	19.6	19.8	19.8	19.8	19.9	19.0	18.5	16.7	13.9	-	19.31	*		
591-3		1818	32-18	132-13	20.0	20.1	20.2	20.3	18.9	18.3	17.5	15.9	14.2	12.3	19.31	*	**	
591-4		2152	32-04	132-24	18.6	18.8	18.9	18.9	18.7	18.7	17.3	15.9	14.5	-	19.28	*		
591-5	II-26	0034	32-48	132-26	20.4	20.6	20.6	20.5	19.2	18.7	17.9	16.4	13.2	-	19.29	*	**	
591-6		0420	31-31	132-48	18.9	19.0	19.0	18.9	18.8	18.5	18.0	16.0	-	-	19.25	*		
591-8		1340	30-49	133-16	22.2	22.2	22.3	22.3	22.3	22.4	22.4	22.4	19.7	-	19.30	*		
591-9		1703	30-29	133-30	22.2	22.2	22.2	22.2	22.3	21.8	21.8	21.7	20.8	-	19.33	*	**	
591-10		2025	30-15	133-15	21.1	21.6	21.6	21.7	21.8	21.8	21.9	21.9	20.5	-	19.32	*		
591-11		2253	30-00	133-00	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.2	21.0	20.6	18.9	18.7	19.32	*	**	
591-12	II-27	0342	30-14	132-43	21.9	21.9	21.9	22.0	22.1	22.1	21.9	21.1	19.3	-	19.31	*		
591-13		0602	30-27	132-27	21.7	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	22.0	20.6	17.8	16.9	19.33	*	**	
591-14		0810	30-38	132-14	21.7	21.8	21.8	21.7	21.4	21.4	21.1	19.0	15.2	-	19.29	*		
591-15		1045	30-48	132-00	20.8	20.7	20.7	20.8	20.8	20.8	19.2	17.4	14.3	-	19.30	*	**	
591-16		1435	30-59	131-49	30.4	19.9	19.2	19.0	18.8	18.1	17.3	16.3	14.6	-	19.29	*		
591-17		1755	31-10	131-36	18.5	18.5	18.4	18.3	18.6	18.5	17.8	16.3	13.1	-	19.26	*	**	
591-18	III-8	1350	31-24	131-37	18.1	18.1	18.1	18.2	18.2	18.3	18.5	15.8	-	-	19.24	*		
591-19		1429	31-20	132-00	18.2	18.2	18.2	18.1	18.1	18.0	17.8	15.4	13.1	-	19.25	*	**	
591-20		1700	31-15	132-23	18.2	18.1	18.1	18.2	18.2	18.2	18.3	17.9	15.0	-	19.27	*		
591-21		1840	31-13	132-42	21.4	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	20.7	19.3	16.4	14.9	19.30	*	**	
591-22		2228	31-08	133-15	21.4	21.4	21.4	21.4	21.5	21.5	21.0	21.1	19.6	-	19.31	*		
591-23	III-3	0030	31-03	133-37	20.7	20.7	20.7	20.7	20.8	20.9	20.9	20.5	19.0	-	19.34	*		
591-24		0237	31-00	134-00	20.9	20.9	20.9	20.9	21.0	21.0	21.1	21.2	19.9	19.1	19.34	*	**	
591-25		0625	31-20	133-52	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	21.0	21.1	20.5	19.1	-	19.34	*		
591-26		0930	31-38	133-42	21.6	21.6	21.6	21.6	21.7	21.7	21.7	21.8	20.4	19.2	19.34	*	**	
591-27		1313	31-59	133-36	21.4	21.5	21.5	21.5	21.6	21.7	21.9	19.3	17.4	-	19.33	*		
591-28		1444	32-12	133-29	21.3	21.5	21.4	21.4	21.4	21.4	21.1	19.2	16.6	14.9	19.31	*	**	
591-29		1709	32-26	133-22	19.4	19.5	19.4	19.1	19.0	18.4	18.6	17.7	14.3	-	19.29	*		
591-30		1820	32-38	133-17	20.3	19.8	19.1	18.9	18.9	18.8	18.1	16.4	13.8	12.3	19.28	*	**	
591-31		2150	32-40	133-40	20.8	20.7	20.7	20.0	19.9	19.6	18.9	17.7	15.8	-	19.29	*		
591-32		2338	33-00	133-40	20.8	20.9	20.6	20.8	20.4	19.1	18.7	17.5	14.3	-	19.32	*		
591-33	III-4	0129	33-00	134-05	20.6	20.9	20.8	20.7	20.2	19.5	18.9	17.3	15.1	-	19.29	*		
591-34		0426	33-20	134-30	18.0	17.1	17.0	16.8	15.9	15.7	15.8	16.0	10.9	9.7	19.26	*	**	
591-35		0734	33-00	134-30	21.0	21.0	21.0	21.0	21.1	21.2	20.0	18.3	16.1	-	19.30	*		
591-36		1025	32-40	134-30	21.2	21.1	21.1	21.1	21.1	21.2	21.2	21.2	19.4	-	19.29	*	**	
591-37		1347	32-20	134-30	21.6	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	20.5	20.2	-	19.34	*		
591-38		1610	32-00	134-30	21.4	21.2	21.2	21.2	21.2	21.1	21.0	20.4	19.5	18.4	19.34	*	**	
591-39		1855	31-46	134-46	20.1	20.1	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.1	-	19.32	*		
591-40		2108	31-32	135-02	20.2	20.1	20.1	20.0	20.0	20.1	20.1	19.3	19.1	-	19.32	*		
591-41		2319	31-17	135-20	20.0	19.9	19.6	19.9	20.0	20.0	19.6	19.4	19.0	-	19.33	*		
591-42	III-5	0127	31-00	135-40	19.2	19.3	19.2	19.1	19.2	19.2	19.3	19.0	18.6	-	19.33	*	**	
591-43		0429	31-20	135-40	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.2	18.2	18.7	-	19.33	*		
591-44		0640	31-40	135-40	19.0	19.0	19.1	19.1	19.1	19.2	19.2	19.3	18.9	18.4	19.33	*	**	
591-45		0940	32-00	135-40	19.5	19.5	19.4	19.4	19.4	19.3	19.3	19.4	19.3	19.0	-	19.34	*	
591-46		1149	32-20	135-40	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.3	19.0	18.4	-	19.33	*	**	
591-47		1459	32-40	135-40	21.2	21.2	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	20.5	19.0	18.0	19.34	*	**	
591-48		1712	32-00	135-40	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	18.9	17.2	19.32	*	**	
591-49		2136	32-20	135-40	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	20.6	19.8	18.8	17.9	15.1	19.33	*	**	
591-50		2320	33-20	136-00	20.6	20.6	20.6	20.5	20.2	19.5	19.1	17.4	15.9	12.8	19.30	*		
591-51	III-6	0039	33-21	136-20	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	20.2	19.5	18.4	16.4	-	19.32	*		
591-52		0235	33-35	136-20	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.7	15.4	11.2	-	19.24	*		
591-53		0446	33-51	136-20	16.2	16.2	16.2	16.2	16.3	16.7	16.5	14.9	11.3	9.4	19.13	*		
591-54	III-9	1947	34-00	136-40	16.0	16.6	16.9	17.3	17.2	17.1	16.6	14.6	12.5	11.2	18.99	*	**	
591-55		2304	33-40	136-40	17.0	17.1	17.2	17.2	17.2	17.0	16.8	15.3	11.6	9.4	19.22	*	**	
591-56	III-10	0206	33-20	136-40	20.4	20.4	20.4	20.3	19.9	19.1	18.6	18.0	15.9	13.8	19.31	*	**	
591-57		0430	33-00	136-40	20.6	20.7	20.7	20.8	20.6	20.3	20.2	19.6	19.1	18.1	19.34	*	**	
591-58		0758	32-40	136-40	20.8	20.8	20.8	20.8	20.7	20.7	20.7	19.5	18.5	17.9	-	-	*	**
591-59		1026	32-20	136-40	20.8	20.9	20.9	20.9	20.9	20.7	20.4	20.0	19.5	18.9	-	-	*	**
591-60		1409	32-00	136-40	20.4	20.4	20.4	20.4	20.3	19.6	19.1	18.7	18.4	17.7	19.33	*		
591-61		1620	32-00	137-00	18.8	18.8	18.8	18.8	18.7	18.4	18.3	18.0	17.5	16.7	19.30	*		
591-62		1825	32-00	137-20	19.2	19.2	19.2	19.2	19.1	18.8	18.7	18.6	18.5	17.1	19.30	*	**	
591-63		2015	32-00	137-40	18.6	18.7	18.7	18.7	18.6	18.5	18.3	17.9	17.2	-	-	*	**	
591-64		2231	32-20	137-40	19.0	19.0	19.0	18.9	18.9	18.8	18.8	18.8	18.4	17.9	19.32	*		
591-65	III-11	0224	32-40	137-40	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.7	19.2	18.8	18.3	19.33	*	**	
591-66		0620	33-00	137-40	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.5	20.0	19.2	18.7	17.7	19.33	*	**	
591-67		0853	33-20	137-40	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.3	19.4	18.3	16.9	15.6	19.33	*	**	
591-68		1320	33-40	137-40	18.0	18.0	17.9	17.9	17.6	16.8	15.7	13.1	10.7	8.0	19.22	*	**	
591-69		1550	34-00	137-40	17.0	17.1	17.1	17.0	17.0	15.4	14.5	11.5	9.6	7.3	19.22	*	**	
591-70	III-12	1246	34-30	138-30	16.1	16.2	16.2	16.1	16.1	16.0	16.0	14.1	12.0	10.1	19.23	*	**	
591-71		1650	34-10	138-30	16.2	16.3	16.2	16.2	16.0	15.3	13.7	12.1	10.1	-	19.26	*		
591-72		1912	33-50	138-30	20.7	20.7	20.8	20.7										

Table 24.

St.	Date	Time	Lat.	Long.	Depth											SFC Cl	Remarks
					0m	10	20	30	50	75	100	150	200	250			
591-80	III-20	1720	32-20N	139-20E	19.8	19.8	19.8	19.7	19.7	19.6	19.6	19.4	18.8	-	19.35	*	
591-81		1931	32-40	139-20	19.6	19.6	19.6	19.7	19.7	19.6	19.6	19.5	18.9	18.2	19.35	*, **	
591-82		2220	33-00	139-20	19.6	19.7	19.7	19.7	19.7	19.6	19.6	19.2	18.7	18.2	19.35	*	
591-83	III-21	0127	33-20	139-20	20.5	20.6	20.6	20.4	20.0	19.6	19.6	19.2	18.5	17.3	19.35	*, **	
591-84		0515	33-20	139-40	20.5	20.8	20.8	20.9	20.8	20.7	20.6	20.0	19.5	17.6	19.35	*	
591-85		0753	33-20	140-00	19.8	19.8	19.9	19.9	19.8	19.7	19.6	19.3	18.9	18.3	19.35	*	
591-86		1026	33-43	140-03	20.6	20.7	20.6	20.6	20.6	20.6	20.3	19.2	17.5	15.0	19.35	*	
591-87		1245	34-00	140-00	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.4	19.9	18.2	16.2	14.4	19.35	*	
591-88		1425	34-20	140-00	20.3	20.4	20.4	20.3	19.7	18.2	17.9	16.3	15.3	-	19.32	*	
591-89		1624	34-40	140-00	18.2	17.8	17.7	17.7	16.7	15.3	14.1	12.6	11.4	8.9	19.30	*	
May 8 - 27																	
1	V-8	0542	33-03N	133-47E	20.7	20.7	20.7	20.6	20.0	19.2	18.6	16.3	14.4	-	19.24	*	
2		0748	32-54	133-27	21.2	21.2	21.2	21.2	20.3	19.6	18.6	16.4	14.1	11.8	19.24	*	
3	V-10	0940	32-40	133-14	20.2	20.2	20.3	20.2	20.0	18.8	18.1	16.3	14.4	-	19.24	*, **	
4		1240	32-28	133-19	20.6	20.6	20.5	19.8	19.1	18.4	17.8	16.0	13.9	11.4	19.24	*	
5		1430	32-13	133-23	20.2	20.5	20.5	20.3	19.3	18.4	17.9	15.8	13.3	11.7	19.23	*, **	
6		1810	31-55	133-32	20.8	20.8	20.8	20.7	19.6	17.9	17.3	16.5	14.5	13.6	19.23	*	
7		2025	31-37	133-41	20.8	20.7	20.6	20.4	19.5	18.4	17.9	16.3	14.5	12.5	19.22	*, **	
8	V-11	0002	31-18	133-54	23.1	23.1	23.1	23.2	22.8	21.5	20.9	19.1	17.1	15.7	19.34	*	
9		0209	31-00	134-00	21.9	21.9	22.0	22.0	21.8	21.2	20.8	19.5	18.7	17.7	19.33	*	
10		0500	31-05	133-37	21.9	21.9	21.9	21.9	21.3	20.8	20.7	20.1	19.0	-	19.34	*	
11		0818	31-09	133-15	21.9	21.9	21.8	21.8	21.3	20.8	20.5	19.6	18.6	17.5	19.33	*	
12		1118	31-14	132-52	22.7	22.7	22.6	22.6	22.1	21.5	21.0	19.4	18.4	-	19.33	*, **	
13		1508	31-20	132-30	23.1	23.1	22.9	22.0	20.9	19.6	19.0	17.0	15.2	13.1	19.37	*	
14		1803	31-24	132-07	21.7	21.5	21.3	20.7	19.4	18.8	18.0	16.1	14.0	-	19.29	*	
15		1955	31-28	131-46	20.7	20.9	20.9	20.9	20.1	19.2	18.1	16.8	14.6	12.9	19.17	*, **	
16	V-13	1100	31-39	131-46	20.8	20.8	20.7	20.7	19.7	19.2	18.7	17.3	16.5	14.0	19.22	*	
17		1240	31-43	132-00	20.5	20.4	20.3	20.2	19.8	18.9	18.1	16.9	15.5	12.7	19.23	*	
18		1425	31-48	132-16	20.4	20.3	20.3	20.3	20.1	19.5	18.8	17.0	14.9	-	19.23	*, **	
19		1730	31-54	132-38	20.4	20.4	20.4	20.4	20.0	18.8	18.5	16.7	14.8	-	19.22	*	
20		2005	32-00	133-00	20.1	20.2	20.2	20.2	19.9	18.8	17.9	16.0	13.8	12.3	19.23	*, **	
21		2345	32-06	132-37	20.3	20.3	20.2	20.2	20.0	18.9	16.9	15.2	14.1	12.0	19.23	*	
22	V-14	0128	32-12	132-16	20.3	20.4	20.4	20.0	19.0	17.8	17.0	15.9	13.9	12.4	19.24	*	
23		0307	32-17	132-00	20.1	20.1	20.1	20.0	19.6	18.6	17.8	16.3	14.9	13.0	19.22	*, **	
24		0530	32-30	132-09	20.6	20.6	20.6	20.6	19.3	18.6	18.0	16.5	15.1	-	19.22	*	
25		0710	32-32	132-27	19.8	19.8	19.8	19.8	19.6	18.4	17.9	16.4	15.0	12.8	19.20	*, **	
26		0852	32-31	132-44	20.2	20.3	20.3	20.3	20.2	19.2	18.9	17.3	14.7	-	19.20	*	
27		1155	32-40	133-14	21.8	21.6	21.4	21.4	21.1	19.9	19.3	17.4	15.2	12.9	19.28	*	
28	V-16	2324	33-20	134-30	19.6	19.8	19.8	19.7	19.1	17.8	17.2	15.0	13.8	-	19.73	*, **	
29	V-17	0240	33-00	134-30	20.7	20.8	20.6	20.2	18.9	17.7	16.3	14.3	12.6	10.6	19.18	*, **	
30		0505	32-40	134-30	20.3	20.4	20.4	20.2	19.2	17.8	16.8	14.3	12.4	10.2	19.23	*, **	
31		0825	32-20	134-30	20.5	20.3	20.3	20.3	19.7	17.8	16.7	14.1	11.3	9.2	19.25	*	
32		1044	32-00	134-30	21.0	21.0	21.0	20.9	19.5	18.3	17.2	14.9	12.9	10.6	19.23	*, **	
33		1243	31-40	134-30	23.2	23.1	23.0	22.7	21.6	21.0	20.7	19.7	17.6	-	19.32	*	
34		1553	31-20	134-30	23.8	23.7	23.8	23.7	23.3	21.9	21.3	19.4	18.6	17.6	19.33	*, **	
35		1830	31-13	134-52	23.7	23.6	23.5	23.4	22.9	21.7	20.4	18.9	18.1	-	19.35	*	
36		2025	31-08	135-14	23.4	23.6	23.4	23.3	22.2	21.4	20.1	19.1	18.5	17.4	19.28	*	
37		2242	31-00	135-40	21.9	21.8	21.7	21.6	20.8	20.4	20.0	19.0	18.5	17.5	19.25	*, **	
38	V-18	0137	31-20	135-40	23.5	23.5	23.5	23.5	23.2	22.4	21.9	20.6	18.9	17.0	19.24	*	
39		0347	31-40	135-40	21.4	21.4	21.4	21.3	20.8	20.3	19.5	18.1	16.3	-	19.24	*	
40		0555	32-00	135-40	20.6	20.6	20.5	20.5	20.1	18.7	17.8	15.6	14.2	12.0	19.20	*	
41		0755	32-20	135-40	20.5	20.6	20.5	20.2	19.8	18.2	17.0	15.1	13.3	11.0	19.21	*, **	
42		1151	32-40	135-38	20.3	20.7	20.8	20.7	20.2	18.6	17.6	15.7	13.6	11.9	19.20	*	
43		1425	33-00	135-40	20.5	20.6	20.6	20.6	19.5	18.3	17.4	15.5	13.2	11.3	19.25	*, **	
44		1805	33-20	135-40	20.8	20.8	20.7	20.6	19.4	18.3	17.1	15.2	12.6	9.5	19.15	*, **	
45	V-19	1020	33-17	135-56	21.4	21.4	21.4	21.3	20.0	19.1	18.1	16.3	14.5	11.6	19.29	*	
46		1250	33-00	136-10	22.5	22.6	22.5	22.5	22.3	20.8	20.8	18.9	16.7	-	19.33	*	
47		1620	32-41	136-27	22.3	22.4	22.5	22.5	22.0	21.3	20.4	18.9	-	-	19.33	*	
48		1810	32-33	136-40	21.4	21.3	21.3	21.3	21.0	19.9	19.3	18.4	17.9	16.8	19.32	*	
49	V-20	0114	33-20	136-40	22.3	22.4	22.4	22.4	21.2	20.7	20.1	18.9	17.5	16.2	19.33	*	
50		0345	33-40	136-40	22.5	22.5	22.6	22.6	21.6	20.8	20.1	18.2	16.4	13.8	19.35	*, **	
51		0747	34-00	136-40	20.5	20.5	20.5	20.5	19.4	18.6	17.3	15.3	12.5	9.7	19.27	*, **	
52	V-24	1721	34-12	137-05	22.4	21.8	21.0	20.6	19.7	19.1	18.1	15.4	11.9	-	19.33	*	
53		1832	34-16	137-22	22.7	22.6	22.2	21.5	20.6	19.5	18.4	15.7	11.8	8.7	19.35	*	
54		1943	34-20	137-40	22.5	22.5	22.1	21.7	20.6	19.9	18.6	16.2	12.4	9.2	19.35	*	
55		2222	34-00	137-40	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.5	21.7	19.8	18.0	16.3	19.30	*, **	
56	V-25	0126	33-40	137-40	21.8	21.9	21.9	21.7	21.6	20.7	20.1	18.9	17.9	16.7	-	19.33	*
57		0347	33-20	137-40	21.6	21.6	21.6	21.6	20.4	19.2	18.7	18.0	17.6	17.0	19.30	*, **	
58		0652	33-00	137-40	21.8	21.8	21.6	21.5	21.4	19.9	19.3	18.7	18.1	17.1	19.30	*	
59		0945	32-40	137-40	21.5	21.5	21.3	21.1	20.6	20.3	19.8	19.0	18.5	17.7	19.31	*, **	
60		1308	32-20	137-40	22.0	21.6	21.5	21.4	21.1	20.9	20.4	19.7	19.0	18.5	19.38	*	
61		1551	32-00	137-40	22.0	21.5	21.4	21.1	20.9	20.7	20.2	19.6	19.0	18.3	19.38	*, **	
62		1850	31-40	137-40	21.8	21.7	21.3	21.2	21.0	20.6	20.3	19.8	19.0	-	19.30	*	
63		2130	31-20	137-40	21.7	21.6	21.4	21.2	20.8	20.4	20.2	19.6	18.9	18.2	19.27	*, **	

Table 24.

St.	Date	Time	Lat.	Long.	Depth										SEC-CI	Remarks
					0m	10	20	30	50	75	100	150	200	250		
64	V-26	0127	31-30N	137-20E	21.8	21.6	21.5	21.5	21.1	19.5	19.3	18.8	18.4	17.5	19.33	*
65		0327	31-39	137-00	22.5	22.4	22.1	21.5	21.3	20.2	19.5	18.7	18.2	17.2	19.33	*
66		0525	31-45	136-40	23.8	23.9	23.8	23.8	23.0	22.7	21.9	20.1	18.7	17.5	19.33	*
67		0740	31-55	136-20	23.6	23.6	23.6	23.2	22.1	21.0	20.5	18.9	16.8	-	19.27	*
68		1018	32-04	136-00	21.7	21.6	21.2	21.0	20.6	19.3	17.5	15.3	12.8	-	19.27	*
69		1240	32-13	135-40	22.9	21.6	21.1	21.0	18.9	17.9	17.0	15.3	13.4	11.4	19.24	*
70		1510	32-22	135-20	23.3	22.9	22.6	22.4	22.2	20.9	19.2	17.4	15.0	12.8	19.11	*
71		1728	32-30	135-00	22.8	22.1	21.1	20.5	19.4	19.2	17.5	14.7	13.6	11.5	19.32	*
72		1950	32-40	135-00	21.8	21.2	21.1	21.0	19.6	18.3	17.3	15.2	13.2	-	19.23	*
73		2217	33-00	135-00	21.3	21.2	20.9	20.6	19.0	17.8	16.9	15.3	13.2	11.0	19.20	*
74	V-27	0010	33-15	135-00	21.1	21.1	21.0	20.8	20.4	18.6	17.4	15.3	13.0	11.1	19.11	*

Table 25. Bathythermograph observations, west of Japan, Shumpū Maru (1959) #

St.	Date	Time	Lat.	Long.	Depth										SFC-CI	Remarks
					0m	10	20	30	50	75	100	150	200			
Jan. 14 - Feb. 6																
N 1	I-14	1103	32-43N	129-44E	15.6	15.6	15.6	15.6	15.4	-	-	-	-		**	
A 1	I-15	0052	31-50	129-45	18.4	18.4	18.2	17.8	17.6	17.5	17.3	16.5	15.0		*	**
A c		1331	31-50	127-53	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.8	17.8	-	-		*	
A d		1822	31-50	127-18	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.3	17.2	-	-		*	
A e	I-16	0020	31-50	126-38	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.2	-	-	-		*	
R a	I-23	2222	30-06	130-43	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	18.3	14.4		*	
E b	I-24	0142	29-52	130-59	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.4	18.0	15.3		*	
G c	I-30	1007	27-54	127-43	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	22.6	21.7	19.0		*	
G d		1612	28-06	127-25	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	22.7	22.7	22.6	21.3		*	
G e	I-31	1640	28-18	127-07	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.8	21.8	19.2		*	
G f		2026	28-30	126-49	20.8	20.8	20.8	20.7	20.0	19.5	18.8	17.3	11.6		*	
G g		2323	28-42	126-31	19.2	19.2	19.2	19.2	18.6	17.9	17.2	-	-		*	
G h	II-1	0210	28-54	126-12	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	18.1	17.3	-	-		*	
G i		0505	29-06	125-54	18.2	18.2	18.2	17.7	16.8	16.5	-	-	-		*	
G j		0746	29-18	125-36	15.8	15.8	15.9	15.9	15.9	15.8	-	-	-		*	
G k		1028	29-30	125-18	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.7	-	-	-		*	
J 6	II-4	1853	28-43	129-40	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.3	22.3	21.5	21.1		*	
J 5		2127	29-02	129-46	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.5	22.4	22.3		*	
J 4		2355	29-21	129-55	22.5	22.4	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.1	21.5		*	
J 3	II-5	0255	29-39	130-03	22.2	22.2	22.2	22.2	22.1	22.1	22.1	22.0	19.8		*	
E e	II-6	0843	30-33	127-00	16.4	16.4	16.2	16.1	15.7	15.0	14.5	-	-		*	
C e		1336	31-00	127-18	19.9	19.8	19.6	19.2	16.4	15.8	15.2	-	-		*	
C d		1710	31-00	127-53	21.4	21.4	21.3	21.1	19.8	19.3	18.7	-	-		*	
C c		2040	31-00	128-28	21.8	21.8	21.8	21.6	20.2	19.6	19.3	17.2	13.3		*	

Operated by the Nagasaki Marine observatory.

Table 29.

St.	Date	Time	Lat.	Long.	Dir.	Vel.	SFC-T	Remarks
59-344	VI-1	1000	34-59N	151-10E	16	0.3	20.8	*
59-345		1200	35-16	151-07	10	0.8	20.7	*, **
59-346		1630	35-20	151-10	13	1.3	20.6	*
59-347		1800	35-35	151-10	12	2.4	21.0	*
59-348		1930	35-46	151-09	13	2.5	20.6	*
59-349	VI-2	2100	35-56	151-09	13	2.4	20.6	*, **
59-350		0100	36-13	151-00	30	1.3	17.9	*
59-351		0300	36-31	150-49	32	2.2	17.9	*
59-352		0430	36-45	150-48	33	2.0	18.2	*
59-353		0600	37-04	150-47	36	1.4	18.2	*, **
59-354		0900	37-20	150-48	03	1.1	18.6	*
59-355		1030	37-35	150-48	05	1.7	20.5	*
59-356		1200	37-49	150-48	07	1.2	19.4	*, **
59-357		1500	38-06	150-55	04	0.7	17.7	*
59-358		1800	38-06	151-15	04	0.1	18.4	*
59-359		2100	38-06	151-39	03	0.9	19.3	*, **
59-360		0000	38-07	151-52	07	0.9	19.2	*
59-361		0300	38-05	152-24	08	1.2	18.8	*
59-362		0600	38-04	152-58	11	0.6	17.8	*, **
59-363		0900	37-49	153-01	16	0.6	18.5	*
59-364		1200	37-24	153-04	20	0.8	18.1	*, **
59-365		1500	37-08	153-01	21	1.3	18.1	*
59-366		1800	37-12	152-32	18	1.0	20.2	*
59-367		2100	37-26	152-05	13	1.0	18.1	*, **
59-368	VI-4	0000	37-27	151-42	10	1.2	18.2	*
59-369		0300	37-27	151-08	06	0.9	18.2	*
59-370		0600	37-34	150-35	02	1.5	19.9	*
59-371		0900	37-36	150-04	28	0.4	18.0	*, **
59-372		1200	37-38	149-41	04	0.5	17.7	*
59-373		1500	37-40	149-07	08	0.3	16.5	*
59-374		1800	37-44	148-20	21	0.6	16.7	*
59-375		2100	37-43	147-43	18	0.7	17.3	*, **
59-376	VI-5	0000	37-45	147-18	28	0.3	16.3	*
59-377		0300	37-52	146-44	28	0.5	16.7	*
59-378		0600	37-52	146-01	19	1.1	18.2	*
59-379		0900	37-54	145-25	19	1.0	17.9	*, **
59-380		1500	37-55	144-35	18	0.4	18.2	*
59-381	VI-6	1800	38-01	143-59	36	1.1	18.3	*
59-382		2100	38-04	143-22	04	0.6	17.7	*
59-383		0000	38-07	142-43	03	1.3	17.8	*

Table 30. Current observations, south of Honshu, Shumpu Maru (1959) #

St.	Date	Time	Lat.	Long.	Dir.	Vel.	SFC-T	Remarks
(a)	Feb. 25 - Mar. 21							
591-1	II-25	1330	32-31N	132-23E	14	0.2	20.6	*
591-2		1545	32-30	132-00	32	0.9	19.5	*
591-3		1805	32-18	132-13	33	0.6	20.0	*, **
591-4		2140	32-04	132-24	00	0.0	18.6	*
591-5	II-26	0030	31-48	132-36	11	0.1	20.4	*, **
591-6		0410	31-31	132-48	33	1.0	18.9	*
591-7		0700	31-14	133-01	35	3.4	22.0	*, **
591-8		1330	30-49	133-16	03	1.9	22.2	*
591-9		1600	30-29	133-30	02	1.1	22.2	*, **
591-10		2015	30-15	133-15	32	0.7	21.5	*
591-11		2240	30-00	133-00	02	0.6	21.1	*, **
591-12	II-27	0230	30-14	132-43	02	1.0	21.9	*
591-13		0450	30-27	132-27	03	0.6	21.7	*, **
591-14		0800	30-38	132-14	07	1.9	21.7	*
591-15		1030	30-48	132-00	09	1.3	20.8	*, **
591-16		1425	30-59	131-49	07	1.2	20.4	*
591-17		1700	31-10	131-36	14	0.9	18.5	*, **
591-18	III-2	1140	31-24	131-37	06	0.5	18.1	*
591-19		1400	31-20	132-00	11	0.8	18.2	*, **
591-20		1650	31-16	132-23	07	1.1	18.2	*
591-21		1830	31-15	132-45	06	2.3	21.4	*, **
591-22		2220	31-08	133-15	05	0.9	21.4	*
591-23	III-3	0020	31-03	133-37	04	0.6	20.7	*
591-24		0225	31-00	134-00	19	0.2	20.9	*, **
591-25		0625	31-20	133-52	06	0.5	20.8	*
591-26		0920	31-38	133-43	04	1.2	21.6	*, **
591-27		1300	31-58	133-56	02	1.8	21.4	*
591-28		1450	32-12	133-29	02	1.7	21.5	*, **
591-29		1700	32-26	133-22	05	2.4	19.4	*
591-30		1810	32-38	133-17	04	1.1	20.5	*, **
591-31		2140	32-40	133-40	04	3.0	20.8	*
591-32		2350	33-00	133-40	06	0.7	20.8	*
591-33	III-4	0130	33-00	134-05	06	0.9	20.8	*
591-34		0415	33-20	134-30	09	0.7	18.0	*, **
591-35		0725	33-00	134-30	08	2.5	21.0	*
591-36		1015	32-40	134-30	08	1.3	21.2	*, **
591-37		1340	32-20	134-30	05	0.8	21.6	*
591-38		1555	32-00	134-30	14	0.6	21.4	*, **
591-39		1845	31-46	134-46	12	0.6	20.1	*
591-40		2100	31-32	135-02	16	0.5	20.2	*
591-41		2310	31-17	135-20	15	1.1	20.0	*
591-42	III-5	0115	31-00	135-40	19	0.9	19.2	*, **
591-43		0420	31-20	135-40	20	0.4	19.4	*
591-44		0630	31-40	135-40	12	0.2	19.0	*, **
591-45		0930	32-00	135-40	02	0.6	19.5	*
591-46		1128	32-20	135-40	01	1.3	19.4	*, **
591-47		1430	32-40	135-40	15	0.8	21.2	*
591-48		1700	33-00	135-40	09	1.8	21.3	*, **
591-49		2100	33-20	135-40	09	3.3	21.3	*, **
591-50		2310	33-20	136-00	10	3.7	20.6	*
591-51	III-6	0030	33-20	136-20	09	3.5	21.0	*
591-52		0225	33-35	136-20	19	0.3	16.8	*
591-53		0430	33-51	136-20	07	0.2	16.2	*
591-54	III-7	1935	34-00	136-40	23	0.3	16.0	*, **
591-55		2254	33-40	136-40	11	1.2	17.0	*, **
591-56	III-10	0150	33-20	136-40	09	3.2	20.4	*
591-57		0420	33-00	136-40	09	1.7	20.6	*, **
591-58		0750	32-40	136-40	07	0.7	20.8	*
591-59		1015	32-20	136-40	34	0.8	20.8	*, **
591-60		1359	32-00	136-40	26	1.2	20.4	*
591-61		1610	32-00	137-00	16	0.2	18.8	*
591-62		1815	32-00	137-20	02	0.6	19.2	*
591-63		2005	32-00	137-40	03	0.2	18.6	*, **
591-64		2320	32-20	137-40	23	0.3	19.0	*
591-65	III-11	0210	32-40	137-40	20	0.4	20.8	*, **
591-66		0610	33-00	137-40	09	1.4	20.8	*
591-67		0842	33-20	137-40	09	2.7	20.9	*, **
591-68		1310	33-40	137-40	08	1.6	18.0	*
591-69		1540	34-00	137-40	26	0.6	17.0	*, **
591-70	III-19	1335	34-30	138-30	06	0.4	16.1	*, **
591-71		1640	34-10	138-30	26	0.9	16.2	*
591-72		1900	33-50	138-30	11	4.3	20.7	*
591-73		2120	33-30	138-30	09	1.6	20.9	*, **
591-74	III-20	0025	33-10	138-30	10	0.5	19.5	*
591-75		0247	32-50	138-30	06	0.5	19.3	*, **
591-76		0600	32-30	138-30	06	0.6	19.2	*
591-77		0825	32-10	138-30	23	0.1	19.6	*, **
591-78		1137	32-05	138-55	02	0.1	19.9	*

St.	Date	Time	Lat.	Long.	Dir.	Vel.	SFC-T	Remarks
591-79	III-20	1400	32-00N	139-20E	12	0.3	19.8	*, **
591-80		1710	32-20	139-20	12	0.5	19.8	*
591-81		1920	32-40	139-20	13	0.8	19.6	*, **
591-82		2210	33-00	139-20	13	0.8	19.6	*
591-82*III-21		0020	33-14	139-20	15	0.9	-	*
591-83		0115	33-20	139-20	17	0.3	20.5	*, **
591-84		0505	33-20	139-40	24	0.4	20.5	*
591-85		1035	33-43	140-03	10	0.1	20.6	*
591-86		1235	34-00	140-00	02	2.2	20.5	*
591-87		1415	34-20	140-00	02	3.0	20.3	*
591-88		1615	34-40	140-00	15	0.4	18.2	*
591-89								
591-90								
591-91								
591-92								
591-93								
591-94								
591-95								
591-96								
591-97								
591-98								
591-99								
591-100								
591-101								
591-102								
591-103								
591-104								
591-105								
591-106								
591-107								
591-108								
591-109								
591-110								
591-111								
591-112								
591-113								
591-114								
591-115								
591-116								
591-117								
591-118								
591-119								
591-120								
591-121								
591-122								
591-123								
591-124								
591-125								
591-126								
591-127								
591-128								
591-129								
591-130								
591-131								
591-132								
591-133								
591-134								
591-135								
591-136								
591-137								
591-138								
591-139								
591-140								
591-141								
591-142								
591-143								
591-144								
591-145								
591-146								
591-147								
591-148								
591-149								
591-150								
591-151								
591-152								
591-153								
591-154								
591-155								
591-156								
591-157								
591-158								
591-159								
591-160								
591-161								
591-162								
591-163								
591-164								
591-165								
591-166								
591-167								
591-168								
591-169								
591-170								
591-171								
591-172								
591-173								
591-174								
591-175								
591-176								
591-177								
591-178								
591-179								
591-180								
591-181								
591-182								
591-183								
591-184								
591-185								
591-186								
591-187								
591-188								
591-189								

Table 30.

St	Date	Time	Lat.	Long.	Dr. Vel.	SFC T	Remarks
592-63	V-25	2120	31-20N	137-40E	30	0.4	21.7 * , **
592-64	V-26	0115	31-30	137-20	33	0.8	21.8 * , **
592-65		0315	31-39	137-00	06	0.3	22.5 *
592-66		0515	31-45	136-40	03	1.4	23.8 *
592-67		0730	31-55	136-20	04	2.4	23.6 *
592-68		1010	32-04	136-00	06	0.2	21.7 *
592-69		1230	32-13	135-40	14	0.3	22.9 *
592-70		1500	32-22	135-20	12	1.4	23.3 *
592-71		1715	32-20	135-00	11	3.0	22.8 *
592-72		1940	32-40	135-00	16	0.8	21.8 *
592-73		2210	33-00	135-00	16	0.5	21.3 *
592-74	V-27	0000	33-15	135-00	33	0.2	21.1 *

Table 31. Current observations, west of Japan, Shumpū Maru (1959) #

St.	Date	Time	Lat.	Long.	Dir.	Vel.	SFC-T	Remarks
Jan. 14 - Feb. 7								
M 3	I-14	1837	32-18N	129-12E	32	0.2	17.0	**
M 2		2131	32-04	129-29	19	0.7	17.2	**
A 1	I-15	0015	31-50	129-45	11	0.4	18.4	**
A 2		0315	31-50	129-20	20	1.0	17.4	**
A a		0540	31-50	129-03	15	0.5	-	*
A 3		0720	31-50	128-45	10	0.4	17.7	**
A b		0938	31-50	128-28	14	0.1	-	*
A 4		1115	31-50	128-10	27	0.5	17.9	**
A c		1320	31-50	127-53	32	0.4	17.9	*
A 5		1530	31-50	127-35	12	0.2	17.7	**
A d		1810	31-50	127-18	16	0.5	17.4	*
D 1	I-23	1320	31-00	130-33	13	0.8	17.7	**
D 2		1515	30-45	130-33	18	0.5	18.8	**
D 3		1725	30-30	130-33	26	0.2	19.0	**
E 1		2043	30-13	130-35	13	0.4	19.7	**
E a		2210	30-06	130-43	19	0.7	19.7	*
E 2		2326	29-59	130-51	19	0.8	19.6	**
E b	I-24	0130	29-52	130-59	14	0.5	19.6	*
E 3		0250	29-45	131-07	12	0.7	19.6	**
F c		0511	29-38	131-15	23	0.2	-	*
E 4		0614	29-31	131-24	07	1.1	20.8	**
E d		0625	29-24	131-32	08	0.5	-	*
E 5		0930	29-16	131-40	00	0.0	21.7	**
E 6		1230	29-02	131-56	05	2.7	21.6	**
E 7		1710	28-48	132-12	06	0.3	22.1	**
E 8		2030	28-34	132-23	09	0.3	22.0	**
E 9		2335	28-20	132-44	25	0.4	21.0	**
E10	I-25	0300	28-08	133-00	01	0.9	20.8	**
E11		0620	27-52	133-17	02	0.4	21.2	**
F 8		1050	27-25	133-08	26	0.9	21.1	**
F 7		1420	27-00	133-00	20	0.1	21.0	**
F f		1640	27-08	132-45	19	0.3	-	*
F 6		1810	27-15	132-31	21	2.1	21.8	**
F e		2100	27-23	132-16	18	1.2	-	*
F 5		2250	27-30	132-01	16	1.9	22.2	**
F d	I-26	0200	27-38	131-47	13	2.0	-	*
F 4		0430	27-45	131-32	13	1.1	22.1	**
F c		0710	27-53	131-17	12	0.6	-	*
F 3		0850	28-00	131-02	14	1.0	22.4	**
F b		1135	28-08	130-48	04	1.2	-	*
F 2		1300	28-15	130-33	07	0.6	22.0	**
F a		1605	28-23	130-18	14	0.3	-	*
F 1		1734	28-30	130-03	30	0.3	22.1	**
G 1	I-29	2055	27-24	128-28	25	0.5	21.5	**
G a		2315	27-30	128-19	23	0.6	-	*
G 2	I-30	0040	27-36	128-10	21	0.8	21.6	**
G b		0345	27-42	128-01	23	0.5	-	*
G 4	I-31	1140	28-00	127-34	27	0.2	23.2	**
G d		1300	28-06	127-25	36	0.7	23.1	*
G 5		1410	28-12	127-16	02	1.5	22.5	**
G e		1630	28-18	127-07	04	1.6	22.9	*
G 6		1750	28-24	126-58	05	1.6	22.8	**
G f		2015	28-30	126-49	36	0.5	20.8	*
G 7		2130	28-36	126-40	23	0.4	21.3	**
G g		2312	28-42	126-31	34	0.9	19.2	*
G 8	II-1	0035	28-48	126-21	29	0.7	19.3	**
G b		0200	28-54	126-12	33	0.7	19.5	*
G 9		0320	29-00	126-03	34	0.4	19.3	**
G i		0455	29-06	125-54	04	0.4	18.2	*
G10		0600	29-12	125-45	10	0.5	16.9	**
G j		0738	29-18	125-36	13	0.6	15.8	*
G11		0840	29-24	125-27	13	0.6	15.5	**
G k		1018	29-30	125-18	23	0.2	14.8	*
G12		1117	29-36	125-09	25	0.5	14.5	**
H 1		1433	29-50	125-37	03	0.4	14.2	**
H 2		1726	30-03	125-04	08	0.8	14.2	**
J 6	II-4	1840	28-43	129-40	13	0.2	22.4	*
J e		2005	28-52	129-44	10	0.8	-	*
J 5		2115	29-02	129-48	21	1.0	22.6	*
J d		2230	29-11	129-52	11	1.2	-	*
J 4		2345	29-21	129-55	10	1.2	22.5	*
J c	II-5	0100	29-30	129-59	11	1.4	-	*
J 3		0243	29-39	130-03	18	0.8	22.2	*
J b		0410	29-49	130-07	14	0.5	-	*
J 2		0505	29-58	130-11	08	2.1	-	*
K 1		0615	30-08	130-15	15	1.6	22.1	**
K a		0900	30-08	130-00	12	1.3	-	*
K 2		1050	30-08	129-44	09	0.9	23.0	**

St.	Date	Time	Lat.	Long.	Dir.	Vel.	SFC-T	Remarks
K b	II-III	1310	30-08N	129-27E	06	0.8	-	*
K 3		1505	30-08	129-10	06	1.4	22.9	**
K c		1745	30-08	128-52	04	1.7	-	*
K 4		1955	30-08	128-35	09	0.8	21.0	**
K d		2220	30-08	128-18	32	0.1	-	*
K 5		2355	30-08	128-00	24	0.4	21.5	**
K 6	II-6	0310	30-08	127-30	30	0.6	20.7	**
K 7		0530	30-08	127-00	32	0.6	19.0	**
K e		0830	30-33	127-00	34	0.4	16.4	*
C 6		1109	31-00	127-00	05	0.7	16.6	**
C e		1325	31-00	127-18	08	0.3	19.9	*
C 5		1508	31-00	127-35	07	0.4	20.6	**
C d		1700	31-00	127-53	08	1.3	21.4	*
C 4		1825	31-00	128-10	11	1.3	21.7	**
C c		2030	31-00	128-28	14	0.8	21.8	*
C 3		2115	31-00	128-45	17	1.6	19.2	**

Operated by the Nagasaki Marine Observatory.

- Undeuchaeta media* (1811)
U. plumosa (1186, 1197)
U. sp. (1811)
Euchirella curticauda (1197, 1229)
E. rostrata (1176, 1181, 1191, 1192, 1199, 1204, 1215, 1216, 1229, 1234)
E. sp. (1197)
Euchaeta longicornis (1175, 1186)
E. marina (1167, 1169, 1170, 1182, 1186, 1193, 1195)
E. media (1175, 1197, 1199, 1201, 1212, 1216, 1229, 1233)
E. plana (1170, 1201)
Parauchaeta flava (1167, 1169, 1170, 1173, 1174, 1187, 1197, 1201, 1207, 1229, 1233)
Scottocalanus securifrons (1211)
Scaphocalanus echinatus (1169, 1170, 1196, 1197, 1216)
Scolecithrix danae (1169-1171, 1173, 1183, 1184, 1186, 1187, 1192, 1193, 1195-1197, 1207, 1216, 1229, 1233)
Scolecithricella minor (1176, 1216)
S. dentata (1173, 1176, 1212)
S. sp. (1170, 1197, 1201, 1204, 1235)
Centropages bradyi (1218)
Temora discaudata (1167, 1169, 1171, 1173-1175, 1182, 1187, 1192, 1193, 1196, 1197, 1201, 1204, 1207, 1214-1216, 1218, 1229, 1230, 1233)
T. stylifera (1167, 1171, 1172, 1174, 1183, 1184, 1193, 1201, 1204, 1214, 1230)
Pleuronamma abdominalis (1169, 1170, 1176, 1186, 1197, 1199, 1201, 1204, 1207, 1211, 1212, 1215, 1216, 1229, 1234)
P. gracilis (1170, 1171, 1186, 1197, 1199, 1207, 1211, 1212, 1216, 1223, 1229, 1234)
P. robusta (1169, 1171)
P. xiphias (1170, 1186, 1197, 1199, 1204, 1207, 1211, 1215, 1216, 1223, 1234)
Heterorhabdus papilliger (1175, 1184, 1192, 1193, 1196, 1197, 1199, 1201, 1207, 1223, 1233)
Haloptilus longicornis (1182, 1229)
Candacia aethiopica (1169, 1195, 1212)
C. bipinnata (1167, 1169-1175, 1182, 1186, 1187, 1192, 1193, 1195-1197, 1199, 1201, 1207, 1218, 1229, 1234)
C. bradyi (1169, 1171-1175, 1182, 1186, 1187, 1192, 1193, 1196, 1197, 1201, 1216, 1218, 1230, 1234)
C. curta (1193)
C. pachydactyla (1214)
C. truncata (1193, 1195, 1196)
Pontellopsis sp. (1171)
Acartia clausi (1167, 1175, 1176, 1183, 1235)
A. danae (1171, 1186, 1201, 1209)
Glytemnaestra sp. (1201)
Oncosa conifera (1170, 1171, 1173, 1186, 1187, 1192, 1201, 1233)
Sapphirina angusta (1170, 1218, 1234)
S. intestinata (1169)
S. darwini (1171, 1184, 1186, 1193, 1195, 1196, 1201, 1209, 1235)
S. metallina (1235)
S. nigromaculata (1167, 1169, 1171, 1173, 1174, 1182-1184, 1187, 1192, 1195-1197, 1201, 1211, 1214, 1215, 1218, 1229, 1233)
S. opalina (1169, 1170, 1201, 1209, 1211, 1230)
S. scarlata (1169, 1173, 1183, 1187, 1196, 1197, 1215, 1229)
S. stellata (1209)
S. spp. (1167, 1169-1171, 1173, 1182-1184, 1186, 1187, 1192, 1193, 1196, 1197, 1201, 1202, 1207, 1216, 1218, 1229, 1230, 1233)
Copilia mirabilis (1186, 1193, 1195, 1196, 1201, 1214, 1230)
C. sp. (1195, 1196, 1209, 1214)
Evadne nordmanni (1167, 1172, 1173, 1175, 1201)
Podon schmackeri (1187)
Lucifer raynaudii (1170, 1171, 1184, 1186, 1195, 1196, 1201, 1202, 1207, 1214, 1216, 1235)
Euphausiidae (1169, 1170, 1175, 1176, 1181, 1183, 1184, 1186, 1187, 1196, 1197, 1199, 1202, 1204, 1207, 1211, 1212, 1214-1216, 1223, 1233, 1234)
Doliolum nationalis (1216)
Salpa maxima (1234)
Thalia democratica f. orientalis (1171)
Fish larva (1167, 1169-1175, 1177, 1182, 1183, 1186, 1187, 1192, 1196, 1197, 1207, 1214, 1229, 1233)
Trochophora larva (1176, 1177, 1178, 1179, 1184, 1186)
Cyphonautes larva (1186, 1195, 1199, 1201, 1207, 1214, 1223)
Actinotrocha larva (1176-1179, 1181, 1197)
Echinopluteus larva (1171-1173, 1177, 1180, 1184, 1186, 1193)
Echinidea post-larva (1170)
Ophiopluteus larva (1167, 1169, 1174, 1177-1182, 1186, 1195, 1196, 1201, 1207)
Ophiuroidea post-larva (1167, 1169, 1170, 1172-1174, 1176-1182, 1192, 1196)
Brachyura zoea (1171, 1180, 1196)
Porcellana larva (1167)
Lamellibranchia larva (1171-1173, 1183, 1186, 1193, 1196, 1197, 1202, 1207, 1229)
Gastropoda larva (1167, 1196, 1229)

Table 39. Plankton observations, south of Honshu, Shumpu Maru, Feb. - March 1959 #

(A) Microplankton												
A Station	I1	I2	I3	I4	B19	B21	B3	B5	B7	B9	B30	
B Location Lat. N	31-10	30-48	30-27	30-00	31-20	31-13	32-12	31-48	31-14	30-29	32-28	
Long. E(+100°)	31-36	32-00	32-27	33-00	32-00	32-45	32-13	32-36	33-01	33-30	33-17	
C Date	2-27	2-27	2-27	2-26	3-2	3-2	2-25	2-26	2-26	2-26	3-3	
D Time	17 27	1130	0515	2305	1434	1900	1905	0043	0719	1622	1830	
E Num. of Diatoms/L	27(3)	36(2)	72(1)	32(1)	27(3)	97(1)	16(3)	31(2)	11(2)	92(1)	49(2)	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1 DIATOMEAE	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2 <i>Bacteriastrium comosum</i>	-	4.0	4.2	-	1.1	1.0	-	1.1	2.2	4.3	3.9	
3 <i>B. elongatum</i>	-	-	4.2	16	-	8.2	-	-	-	1.1	3.3	
4 <i>B. varians</i>	17	-	-	-	11	-	1.2	0.1	-	1.6	0.6	
5 <i>B. sp.</i>	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6 <i>Chaetoceros</i> total	40	61	48	53	43	37	68	62	61	61	56	
7 <i>Chaetoceros</i> total	5.0	12	9.0	4.8	6.3	16	6.1	63	7.6	19	8.5	
8 <i>Chaetoceros atlanticus</i> v.	2.5	7.3	9.0	3.2	3.8	4.6	3.6	4.9	2.7	15	6.8	
9 <i>C. rostratus</i> neapolitana	2.0	3.6	-	-	0.5	5.7	0.2	-	4.4	2.2	1.1	
10 <i>C. spp.</i>	0.5	-	-	-	-	2.6	2.3	0.8	-	-	0.6	
11 <i>Hyalochaete</i> total	35	49	39	48	37	2.2	62	55	53	42	47	
12 <i>Chaetoceros affinis</i>	3.4	2.5	5.5	-	5.7	-	0.6	4.9	-	7.1	1.2	
13 <i>C. affinis</i> v. <i>willei</i>	5.8	2.5	2.0	-	-	-	1.0	2.2	-	1.6	3.3	
14 <i>C. compressus</i>	-	13	5.5	-	1.1	-	3.8	7.6	10	16	6.1	
15 <i>C. curvisetus</i>	2.7	5.3	2.7	6.4	7.5	-	19	7.6	1.8	1.1	11	
16 <i>C. debilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17 <i>C. decipiens</i>	2.5	-	-	-	2.0	-	-	0.8	-	-	-	
18 <i>C. didymus</i>	9.6	1.5	-	3.2	5.1	1.0	6.1	4.9	-	2.2	6.1	
19 <i>C. lorenzianus</i>	11	13	22	38	12	21	31	28	35	15	20	
20 <i>C. radicans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21 <i>C. tortissimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22 <i>C. spp.</i>	-	11	-	-	3.1	-	0.9	-	0.9	1.1	4.1	
23 <i>Climacodium frauenfeldianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24 <i>Eucampia zoodiacus</i>	0.2	-	-	-	2.7	-	0.4	-	-	-	-	
25 <i>Guinardia flaccida</i>	1.8	-	-	-	5.5	1.0	4.2	0.6	-	-	-	
26 <i>Lauderia borealis</i>	3.3	1.1	2.1	-	3.5	0.5	2.0	8.0	-	0.6	3.2	
27 <i>Leptocylindrus danicus</i>	-	2.2	-	3.2	2.0	8.2	2.0	2.7	4.0	4.4	3.8	
28 <i>Nitzschia</i> spp.	16	5.3	8.4	17	10	6.7	1.5	8.8	7.6	8.7	9.2	
29 <i>Rhizosolenia</i> total	20	15	27	9.5	20	31	17	11	12	7.1	11	
30 <i>R. stouterfothii</i>	18	11	55	4.3	17	24	16	9.7	9.8	3.3	7.3	
31 <i>R. sty.</i> v. <i>latissima</i>	-	0.4	-	-	0.6	5.2	0.4	0.6	-	0.6	1.6	
32 <i>Schröderella delicatula</i>	0.5	1.5	1.4	-	-	-	-	0.3	4.5	2.7	2.5	
33 <i>Skeletonema costatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
34 <i>Thalassionema nitzschioides</i>	1.5	2.5	1.4	-	0.9	-	1.1	2.1	6.2	-	1.3	

Operated by the Kobe Marine Observatory. Plankton organisms in 500 cc surface sea water were settled and centrifuged; identified by R. Marumo (J.M.A.).

* Plankton diatoms whose percentage is less than 5% (The figures in brackets denote station numbers).

Asterionella japonica (H1,)

Biddulphia sp. (H4)

Ceratantula bergonii (I2, B3, 5, 30, 28, 38, B2, U3, B72, B3, N2)

Chaetoceros coarctatus (B19, 21, 9, 38)

C. pendulus (I2, B9, 26, 36, U3, B72, B3, 81, N2, B88)

C. peruvianus (I2, 4, B21, 7, 9, 28, 26, 24, 36, 38, 72, B3, G4, 5, U3, 5, B88, N2, 3)

C. seychellorum (B5, 89)

C. brevis (B7, 9, 81, 88, H4, U3, 5, N2-4)

C. constrictus (H1, 2)

C. diversus (I3)

C. messanensis (B5, 7, 9, 87, 72, H3)

Table 39. (A) (Continued)

A	B28	B26	B24	B34	B36	B38	G1	G2	G4	G5	H1	H2	H3	H4	U2
B	32-12	31-38	31-00	33-20	32-40	32-00	33-20	33-00	31-40	31-00	34-00	33-40	33-00	32-20	34-00
C	33-29	33-43	34-00	34-30	34-30	34-30	35-40	35-40	35-40	35-40	36-40	36-40	36-40	36-40	37-40
C	3-3	3-3	3-3	3-4	3-4	3-4	3-5	3-5	3-5	3-5	3-9	3-9	3-10	3-10	3-11
D	1453	1000	0247	0438	1038	1630	2200	1720	0700	0138	2000	2313	0500	1035	1625
E	14(2)	91(1)	46(1)	21(3)	12(2)	18(2)	34(1)	59(1)	54(1)	63(1)	32(4)	13(4)	45(2)	37(2)	91(2)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	0.7	7.7	2.2	-	0.9	1.6	3.0	-	-	-	-	0.8	1.8	1.8	-
3	5.1	7.7	18	0.9	6.2	1.6	7.3	1.7	9.3	1.6	-	-	8.0	9.1	-
4	-	-	-	9.0	3.2	-	-	-	-	3.2	0.7	3.8	6.7	-	10
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.1	-
6	37	38	51	77	28	39	49	29	32	42	86	54	61	49	34
7	9.6	14	11	4.7	9.4	12	12	5.1	8.4	1.6	0.6	1.2	3.8	3.6	3.3
8	7.0	8.8	10	4.7	7.2	-	10	3.4	-	0.8	-	0.5	2.7	2.8	0.8
9	0.9	3.3	-	-	1.3	1.6	1.5	1.7	-	-	0.1	-	0.3	0.8	-
10	1.5	-	-	-	-	2.2	-	-	7.4	-	0.5	0.7	-	-	2.5
11	28	24	20	72	19	27	37	24	23	41	85	50	59	45	31
12	6.5	-	-	5.9	-	-	-	-	-	6.4	2.5	3.3	-	-	3.4
13	3.7	3.3	-	-	4.1	1.9	-	1.7	3.7	3.2	-	1.5	3.9	3.5	0.2
14	-	7.7	6.6	3.4	4.5	4.4	-	15	7.4	-	-	0.6	18	6.7	1.1
15	-	-	-	17	4.0	2.2	10	-	0.9	6.4	1.5	4.4	10	9.3	8.7
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	1.2	-	-	1.6
17	-	-	-	1.1	-	-	-	-	1.3	-	-	7.5	0.3	0.8	2.1
18	-	-	-	7.1	0.4	1.6	-	-	-	-	0.3	4.3	-	-	3.7
19	17	11	13	38	5.8	13	20	5.1	5.6	18	1.3	14	21	22	5.7
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	2.3	1.8	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	6.4	-	-	-
22	-	2.2	-	0.9	-	3.8	5.9	1.7	3.7	6.4	0.7	2.3	1.8	1.1	3.9
23	-	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	0.4	0.4	-	-	-	-	-	0.0	10	-	-	11
25	2.2	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0.8	0.5	0.1	-	-	2.3
26	4.0	-	-	2.6	1.4	-	-	-	-	-	0.1	2.0	3.3	1.1	15
27	1.1	6.6	-	0.4	2.7	1.6	3.0	-	-	-	1.7	-	-	0.8	0.7
28	2.2	3.3	11	6.5	25	2.2	16	56	51	38	2.3	0.7	11	12	4.3
29	38	20	2.2	3.2	7.6	50	3.0	6.8	3.7	5.6	4.9	20	1.8	8.1	21
30	25	15	1.1	2.4	4.0	24	3.0	5.1	27	4.8	4.2	19	1.1	6.1	20
31	13	3.3	-	0.2	-	25	1.5	-	0.9	-	0.1	0.1	0.2	-	0.2
32	-	4.4	2.2	-	6.2	-	1.5	-	-	-	-	-	2.0	4.3	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	-	-	-
34	2.2	6.6	-	-	1.8	1.1	4.4	-	-	-	0.2	0.5	2.3	1.1	0.2

C. socialis (I1-3, R19, 3, 30, 34, 89, 87, H1, 2, U2, N1)

C. weissflogii (B89, 88)

Climacodium biconcavum (N4)

Corethron criophilum (I2-4, B21, 3, 5, 9, 30, 24, 36, 38, 72, 83, 81, 79, 89, 88, 87, H1, 3, 4, U2-4, N2-4, G1)

Coccinodiscus spp. (I3, B21, 7, 30, 28, G4)

Dactylosolen mediterraneus (I2)

Ditylum brightwellii (R19, B7, 87, H2, G4)

Eucampia cornuta (I2, 3, B3, 28, H4, U5)

Hemiaulus hauckii (B21, 5, 9, 30, 28, 36, 72, 81, 88, G1, 2, 5, H3, U3, 5, N2-4)

Planktoniella sol (B21, 5, 30, 81, 87, G1, 2, 5, H3, 4)

Rhizosolenia alata (I3, B30, 36, 38, 83, 87, H4, G2, N2)

R. bergonii (I4, B19, 7, 30, 24, 36, 72, 83, 87, H4, U5)

Rf calcar avis (I2, 4, B21, 5, 7, 9, 30, 26, 34, 88, G1, 5, H2, 3)

Table 39. (A) (Continued)

A	U3	U4	U5	N1	B72	N2	N3	N4	B83	B81	B79	B89	B88	B87
B	33-20	32-40	32-00	34-30	33-50	33-30	32-50	32-10	33-20	32-40	32-00	34-40	34-20	34-00
C	37-40	37-40	37-40	38-30	38-30	38-30	38-30	39-20	39-20	39-20	39-20	40-00	40-00	40-00
D	3-11	3-11	3-10	3-19	3-19	3-19	3-20	3-20	3-21	3-21	3-20	3-21	3-21	3-21
E	0905	0235	2040	1400	1915	2145	0304	0900	0200	1939	1420	1625	1430	1250
F	16(3)	22(2)	55(2)	57(3)	22(2)	48(2)	21(2)	96(1)	40(2)	37(2)	79(1)	49(2)	24(2)	25(2)
G	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	2.8	2.2	-	-	-	4.1	-	4.7	1.0	-	-	-	-	0.8
3	4.8	-	-	-	1.3	3.8	-	8.8	5.7	2.6	13	-	1.3	3.5
4	-	-	-	15	1.3	-	-	5.2	4.6	0.3	-	23	4.0	-
5	-	4.5	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-
6	53	76	27	36	39	54	36	52	51	69	49	26	81	47
7	6.5	-	0.9	0.4	5.9	5.5	0.7	4.2	3.7	1.8	1.3	30	7.1	3.7
8	4.2	-	-	-	-	1.8	0.5	4.2	2.2	1.6	0.6	0.5	4.4	1.8
9	-	-	-	-	3.2	0.1	-	-	0.6	-	0.6	-	0.8	-
10	1.8	-	0.7	0.4	1.6	1.7	-	-	0.6	-	-	0.2	0.8	2.0
11	46	76	25	35	33	49	35	48	51	68	48	23	51	43
12	-	27	3.1	1.4	2.3	1.4	1.5	2.1	-	4.3	-	-	1.1	1.0
13	6.3	0.4	2.2	-	-	5.2	2.9	3.6	4.6	3.4	3.2	2.2	0.8	6.7
14	6.3	27	-	10	2.7	3.6	-	-	9.0	11	-	4.1	17	6.1
15	2.8	4.1	0.7	5.1	7.0	9.8	4.1	3.6	11	15	16	-	14	16
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	1.0	-	-	8.2	2.5	-	2.9	5.7	-	2.6	3.2	5.1	0.4	31
18	-	-	2.4	5.4	1.3	-	0.5	3.1	1.5	-	-	3.7	0.4	-
19	11	11	74	2.8	15	25	14	22	15	16	20	3.4	12	7.3
20	8.9	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.1	3.8	-	-	-
22	7.1	6.3	5.8	2.1	2.7	1.0	4.8	6.3	11	6.5	2.5	-	3.8	1.5
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	23	-	1.5	17	-	1.5	-	-	5.0	-	-
25	-	-	0.3	8.9	1.4	-	-	0.5	-	-	-	30	-	1.6
26	0.5	2.2	0.9	8.0	0.5	-	1.5	-	1.0	-	-	1.8	1.1	-
27	3.0	-	1.3	0.9	8.2	8.3	-	1.1	4.1	6.0	2.5	1.0	1.1	5.9
28	10	6.8	7.6	0.4	2.2	16	16	6.3	12	12	23	2.7	19	2.1
29	11	7.0	33	5.4	12	5.3	28	17	3.2	7.0	11	5.6	4.4	4.9
30	9.1	6.6	32	5.1	7.1	5.0	27	16	1.6	6.8	7.0	4.1	2.5	2.9
31	0.3	0.2	-	0.2	0.2	-	0.2	-	0.2	-	-	0.6	-	-
32	8.1	-	3.1	-	5.0	-	-	-	6.7	-	-	0.2	3.6	10
33	-	-	5.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-
34	1.8	-	0.3	1.7	4.1	0.6	0.5	0.5	1.4	0.8	-	1.0	3.8	4.7

- *
R. cylindrus (B72)
R. delicatula (B19)
R. imbricata v. *shrubsolei* (11, 3, 4, B19, 21, 3, 9, 30, 28, 26, 34, 72, 83, 81, 79, 89, 88, 87, G1, H2-4, U2-5, N1-4)
R. robusta (N2)
R. setigera (11, 2, B19, 5, 72, 81, 79, 89, G2, H1, 2, U2, 5)
R. styliformis (B5, B38)
Stephanopyxis palmeriana (B89, U2)
Streptothoea thamesis (B34, 38, G1)
Thalassiosira decipiens (H1, 2)
T. rotula (B72, H1, 2, U2, 5, N2)
Thalassiothrix longissima (11, B19, 21, 5, 7, 9, 30, 28, 36, 38, 83, 79, 87, G2, 4, 5)
T. frauefeldii (B21, H2)

Table 59. (B) Macroplankton

A Station	I1	I2	I3	I4	B3	B5	B7	B9	B30	B28	B28
B Location Lat. N	31-10	30-48	30-27	30-00	32-12	31-48	31-14	30-29	32-28	32-12	31-38
Long. E(+100°)	31-36	32-00	32-27	33-00	32-13	32-36	33-01	33-30	33-17	33-29	33-43
C Date	2-27	2-27	2-27	2-26	2-25	2-26	2-26	2-26	3-3	3-3	3-3
D Time	1727	1130	0515	2305	1905	0043	0719	1632	1830	1453	1000
E Hauled distance (m)	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100
F Wire angle	35	40	45	40	15	22	40	20	10	17	23
G Water strained (m3)	14.4	16.5	17.9	15.7	12.9	13.0	13.9	13.3	10.6	11.3	13.2
H Settling volume (cc/m3)	1.21	0.31	0.56	0.95	3.96	2.31	0.68	0.56	0.88	0.68	0.59
I Num. of zooplankton/m3	49(1)	18(1)	19(1)	33(1)	23(1)	21(1)	32(1)	18(1)	41(1)	27(1)	21(1)
J Num. of zoop. (large size)	32(0)	7(0)	20(0)	31(0)	36(0)	27(0)	19(0)	16(0)	20(0)	33(0)	28(0)
K Num. of zoop. (small size)	45(1)	17(1)	17(1)	30(1)	19(1)	18(1)	30(1)	16(1)	39(1)	24(1)	18(1)
1 ZOOPLANKTON (large size)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2 Calanus helgolandicus	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3 C. tenuicornis	33	14	2.0	-	28	4.4	9.1	1.9	2.0	2.2	-
4 C. minor	-	-	-	6.8	1.6	-	-	-	4.0	-	-
5 Undinula darwinii	-	9.9	2.0	9.4	1.6	-	3.2	11	-	2.2	20
6 Eucalanus bungii f. californicus	0.9	2.8	3.5	1.0	-	12	17	9.5	-	12	15
7 E. crassus	4.4	-	-	-	1.8	-	-	-	2.0	-	-
8 E. subtenius	5.3	7.1	-	-	0.8	2.2	4.8	1.9	-	3.4	1.1
9 Rhinocalanus nasutus	25	40	1.0	-	7.4	13	15	-	21	13	31
10 Eucheirella rostrata	20	-	-	-	7.4	2.2	1.6	-	9.6	2.2	-
	-	-	-	1.6	5.0	10	-	-	4.0	1.2	-
11 Euchaeta marina	-	-	8.1	-	-	1.1	4.3	3.8	-	20	3.3
12 Pleuromma abdominalis	-	2.8	9.5	10	4.2	10	-	-	-	-	-
13 P. gracilis	-	-	29	17	9.0	9.3	-	-	-	-	-
14 Heterorhabdus papilliger	-	-	-	-	0.8	2.2	-	7.6	4.0	-	-
15 Candacia bipinnata	0.9	-	-	-	0.8	2.2	-	-	-	-	-
16 Scolecithrix danae	-	-	1.0	-	-	1.1	1.6	1.9	2.0	5.5	3.3
17 Amphipoda misc.	-	-	2.0	1.0	2.4	-	6.4	20	-	4.3	2.2
18 Euphausiidae misc.	-	-	16	8.5	13	10	-	-	12	2.2	1.1
19 Sagitta lyra	-	-	1.0	1.6	1.0	1.1	1.6	5.7	2.0	-	-
20 S. enflata	-	2.8	5.0	-	1.6	2.2	1.6	23	2.0	6.8	3.3
21 S. serratodentata pacifica	-	-	-	3.2	-	-	-	1.9	7.6	3.4	1.1
22 S. serratodentata (juv.)	3.4	-	9.5	6.8	-	1.1	1.6	-	5.6	2.2	7.6
23 S. minima	-	3.8	-	15	-	1.1	-	-	4.0	1.2	1.1
24 Pterosagitta draco	-	-	3.5	5.2	-	-	-	-	-	1.2	-
25 Salpa fusiformis	-	-	2.0	-	5.8	4.4	-	-	-	-	-
26 ZOOPLANKTON (small size)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
27 Noctiluca scintillans	0.7	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-
28 Radiolaria misc.	3.1	7.2	4.0	1.7	3.1	3.3	1.0	1.9	-	-	1.6
29 Hydromedusae	4.9	7.2	10	6.5	1.6	5.0	5.7	7.5	6.0	6.3	4.9
30 Calanus juv.	2.4	3.0	1.7	7.5	3.6	0.6	2.3	5.6	-	3.3	1.6
31 Mecynocera clausi	-	-	1.2	1.7	-	-	-	-	-	-	-
32 Paracalanus aculeatus	8.1	4.2	4.0	1.0	-	6.6	5.7	-	2.0	-	9.8
33 P. parvus	5.5	1.2	1.2	-	-	1.7	4.7	-	-	-	-
34 Clausocalanus arcuicornis	2.4	-	5.2	1.7	6.2	3.3	4.0	3.7	2.9	4.6	-
35 C. pargens	1.8	1.2	5.2	1.0	4.6	1.7	-	1.9	1.0	1.7	-
36 Para-Clausocalanus juv.	2.4	4.2	4.0	4.4	9.8	5.0	3.0	-	3.9	2.9	1.6
37 Ctenocalanus vanus	4.2	-	2.3	11	3.1	1.7	2.0	1.9	2.9	2.9	-
38 Euchaeta juv.	2.2	1.2	4.0	1.0	2.6	3.3	6.0	11	5.7	11	11
39 Pleuromma juv.	-	-	-	2.0	-	3.9	-	-	-	-	-
40 Lucicutia flavicornis	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-
41 Gymnoplea juv.	0.7	-	5.2	-	1.6	6.6	2.0	-	1.0	1.7	1.6
42 Oithona plumifera	17	8.9	12	6.5	16	14	9.6	17	25	11	22
43 O. juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-
44 Oncaea vanasta	8.1	8.9	6.4	4.4	19	10	23	11	11	11	6.5
45 O. media	0.7	-	-	-	1.6	-	1.0	-	-	1.7	-
46 Corycaeus spp.	1.3	6.0	5.2	1.7	-	3.3	4.0	3.7	-	-	1.6
47 C. juv.	0.7	3.0	1.2	2.7	1.6	1.7	-	1.9	1.0	1.7	-
48 Sagitta juv.	2.2	2.4	2.3	4.1	0.5	0.6	3.3	1.2	3.1	0.4	2.2
49 Oikopleura fusiformis	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-
50 O. longicauda	6.2	6.0	2.3	2.7	4.6	1.7	4.0	-	7.8	4.6	15
51 O. rufescens	0.7	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-
52 O. juv.	2.4	1.2	5.2	-	3.1	3.3	2.0	5.6	6.0	6.3	1.6
53 Fritillaria pellucida	-	-	-	1.6	-	-	-	-	-	-	-
54 F. juv.	0.7	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-	-
55 Salpa juv.	-	1.2	-	1.7	-	-	-	5.6	-	-	-
56 Nauplius stage larva	2.4	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-	-
57 Pluteus larva	0.7	13	1.2	4.4	1.6	1.7	4.0	3.7	2.0	6.3	9.8
58 Fish eggs	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#. Operated by the Kobe Marine Observatory. Collected by O-net; identified by K. Furuhashi.

Table 39. (B) (Continued)

	A	B24	B34	B36	B38	G1	G2	G3	G4	G5	H1	H2	H3	H4	U2
B		31-00	33-20	32-40	32-00	33-20	33-00	32-20	31-40	31-00	34-00	33-40	33-00	32-20	34-00
C		34-00	34-30	34-30	34-30	35-40	35-40	35-40	35-40	35-40	36-40	36-40	36-40	36-40	37-40
D		0247	0438	1038	1630	2200	1720	1158	0700	0138	2000	2312	0500	1035	1635
E		0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100
F		30	12	8	0	57	20	23	10	1	25	30	15	17	10
G		13.9	10.7	10.8	10.2	12.9	11.4	11.3	10.4	10.2	13.2	13.8	12.3	13.7	12.1
H		0.50	1.18	1.76	0.43	2.56	1.05	0.35	0.61	0.74	1.74	1.53	0.54	0.76	2.50
I		19(1)	64(1)	35(1)	19(1)	87(1)	28(1)	17(1)	18(1)	32(1)	95(1)	91(1)	55(1)	92(1)	13(2)
J		26(0)	44(0)	41(0)	11(0)	53(0)	22(0)	13(0)	14(0)	29(0)	43(0)	32(0)	28(0)	20(0)	46(0)
K		16(1)	59(1)	31(1)	18(1)	82(1)	26(1)	16(1)	16(1)	29(1)	91(1)	87(1)	52(1)	90(1)	11(2)
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2		-	76	-	-	13	13	1.6	1.4	4.1	39	31	-	-	46
3		6.6	-	-	-	1.9	-	-	-	2.1	2.8	-	13	3.1	-
4		8.9	1.8	11	7.4	2.3	13	3.9	5.6	6.2	2.8	-	1.1	4.6	-
5		1.2	0.9	24	1.9	23	14	-	-	-	1.4	-	-	-	1.5
6		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	4.7	-	-	-
7		-	0.9	5.4	-	2.3	3.1	-	-	-	1.9	1.1	1.6	1.5	-
8		-	2.5	14	3.7	13	11	-	4.2	0.7	4.2	2.8	-	3.1	-
9		-	-	-	-	-	-	1.6	-	-	2.8	0.9	1.1	6.1	5.7
10		-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	2.8	1.1	-	1.5
11		-	-	13	1.9	-	11	1.6	-	4.1	-	0.9	-	-	1.5
12		7.7	-	-	-	9.5	-	-	-	1.4	-	8.1	3.6	-	-
13		17	6.2	-	-	1.1	-	-	-	8.3	7.2	7.2	19	-	-
14		2.2	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	-	2.2	1.5	4.4
15		-	0.9	-	-	-	-	-	-	-	6.6	7.2	-	-	12
16		-	0.9	3.7	-	4.7	-	-	-	-	2.8	0.9	-	-	1.5
17		-	-	4.6	-	4.7	3.1	3.1	11	2.8	-	0.9	2.2	8.7	2.8
18		6.6	3.4	-	-	2.4	3.1	-	-	4.1	4.2	11	1.2	-	4.4
19		4.6	-	-	1.9	-	1.8	10	12	5.5	1.4	-	6.8	1.6	1.5
20		4.6	-	1.0	3.7	5.9	3.1	3.9	7.7	5.5	2.8	1.9	1.2	10	1.5
21		-	-	1.0	-	-	1.8	-	-	0.7	-	-	-	-	-
22		-	0.9	7.3	26	1.1	8.0	28	19	13	2.8	0.9	6.8	13	2.8
23		29	-	1.0	28	-	1.8	33	27	13	8.6	4.7	24	22	4.4
24		3.5	-	1.0	9.3	-	1.8	10	4.2	4.8	-	-	5.6	12	-
25		-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
27		-	28	-	-	9.1	-	-	-	-	1.3	2.6	-	-	14
28		1.8	-	-	3.3	1.5	1.5	1.3	7.4	1.4	-	2.6	1.2	2.2	1.8
29		7.4	1.4	3.6	7.8	11	3.8	7.1	8.0	4.8	3.3	3.0	3.1	2.6	5.8
30		9.2	9.1	8.5	2.2	2.5	3.8	3.2	2.5	2.1	6.2	11	3.8	1.8	5.7
31		3.7	-	-	1.1	-	1.5	7.1	11	6.9	-	-	2.5	1.0	-
32		-	0.7	4.9	-	1.5	8.0	1.3	-	-	1.3	0.7	-	0.7	-
33		-	23	-	-	3.1	-	-	-	-	2.6	7.9	-	-	7.6
34		1.8	1.9	3.6	-	0.7	1.5	-	1.2	3.4	4.7	3.3	-	-	2.4
35		7.4	3.7	-	-	-	-	-	-	4.8	3.3	0.3	0.8	-	0.6
36		5.5	3.7	1.3	3.3	3.1	2.7	-	2.5	4.1	3.3	2.3	3.7	1.7	2.4
37		5.5	0.7	-	2.2	1.5	3.8	2.6	2.5	11	3.3	6.3	3.7	2.9	0.6
38		0.0	1.2	4.2	0.0	2.1	3.8	-	1.2	1.4	2.1	0.8	0.0	-	0.4
39		3.7	-	-	-	-	-	-	-	6.9	-	0.3	1.9	-	1.2
40		8.6	0.7	-	1.1	-	1.5	-	1.2	6.9	0.7	0.7	2.5	-	-
41		-	0.7	1.3	2.2	3.8	1.5	1.3	-	2.1	2.0	0.3	1.9	-	0.6
42		7.4	6.4	21	16	5.3	16	10	17	9.9	6.7	11	16	5.6	5.3
43		-	-	-	1.1	-	-	-	1.2	2.1	-	-	-	0.3	-
44		-	2.5	16	-	12	9.2	2.6	3.7	3.4	3.3	3.0	1.9	0.7	2.9
45		1.8	1.4	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.7	-
46		-	3.2	1.3	3.3	0.7	-	2.6	-	-	0.7	0.7	-	1.0	0.6
47		8.6	-	2.3	6.7	1.5	-	1.3	-	6.2	0.7	-	1.9	0.7	1.8
48		2.5	0.3	0.0	13	0.1	0.8	12	11	5.5	0.1	1.1	4.0	2.6	0.3
49		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.3	5.0	3.6	1.8
50		3.7	-	11	2.2	20	19	3.2	6.2	2.7	5.4	3.7	11	20	7.6
51		-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	0.7	-	0.6	6.1	1.2
52		8.6	0.7	3.6	11	6.8	5.4	7.8	6.2	-	13	6.9	11	19	4.1
53		-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	11	3.3	-	-	15
54		1.8	1.9	-	3.3	0.7	3.8	25	2.5	2.1	5.0	3.7	7.5	8.8	1.2
55		-	-	2.3	-	-	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-
56		-	0.7	-	3.3	-	1.5	-	2.5	-	3.3	4.1	0.6	1.3	2.9
57		1.8	-	8.5	6.7	3.1	2.7	-	-	-	1.3	0.7	0.6	-	-
58		-	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	-	-

Table 39. (B) (Continued)

A	U3	U4	U5	N1	N2	N3	N4	B63	B81	B79	B19	B21
B	33-20	32-40	32-00	34-30	33-30	32-50	32-10	33-20	32-40	32-00	31-20	31-13
C	37-40	37-40	37-40	38-30	38-30	38-50	38-50	39-20	39-20	39-20	38-00	32-45
D	3-11	3-11	3-10	3-19	3-19	3-20	3-20	3-21	3-21	3-20	3-2	3-2
E	0905	0235	2040	1400	2145	0304	0900	0200	1939	1420	1434	1900
F	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100
G	25	20	37	25	7	10	13	15	20	23	40	25
H	14.1	13.1	16.5	11.1	13.0	12.7	12.4	15.2	12.2	13.9	12.7	13.0
I	0.99	2.98	1.82	11.7	0.76	1.97	0.27	1.45	0.82	0.52	1.27	1.00
J	87(1)	86(1)	46(1)	17(2)	43(1)	46(1)	23(1)	57(1)	39(1)	23(1)	41(1)	39(1)
K	9(0)	48(0)	57(0)	10(1)	26(0)	43(0)	15(0)	77(0)	26(0)	25(0)	18(0)	51(0)
	78(0)	81(1)	40(1)	16(2)	40(1)	42(1)	22(1)	50(1)	36(1)	20(1)	40(1)	34(1)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	1.1	-	-	78	-	0.7	-	0.7	-	8.0	7.2	6.6
3	19	-	-	-	-	3.0	3.9	-	-	-	-	1.2
4	3.2	7.7	16	-	11	20	3.9	22	14	8.0	-	0.6
5	-	-	-	-	8.3	-	-	-	2.7	2.4	-	3.7
6	-	-	-	1.4	-	-	-	-	-	-	11	-
7	1.1	1.2	-	-	6.1	-	-	1.3	-	1.2	7.2	1.8
8	4.3	-	2.7	2.8	9.5	-	2.0	2.7	1.2	6.8	5.5	23
9	12	3.7	17	8.3	2.3	0.7	-	36	7.8	1.2	18	0.6
10	-	15	2.7	-	1.1	-	-	2.0	1.2	-	11	-
11	-	1.2	-	-	3.4	-	-	-	-	-	-	3.7
12	-	6.2	2.7	-	3.4	1.4	-	-	5.1	-	-	7.2
13	-	34	4.4	-	1.1	29	-	4.2	7.8	-	1.7	9.0
14	-	-	0.9	-	2.3	1.4	-	-	-	-	3.3	0.6
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	2.3	0.7	-	-	1.2	1.2	-	1.2
17	19	1.2	6.0	-	4.5	2.3	-	5.5	1.2	3.6	5.5	1.8
18	-	5.0	6.0	1.4	14	3.0	-	3.4	9.0	2.4	-	7.2
19	12	1.2	6.9	-	-	3.7	12	2.7	6.7	3.6	1.7	-
20	3.2	5.0	0.8	-	2.3	1.4	7.0	1.3	1.2	1.2	1.7	3.7
21	4.3	-	-	-	-	0.7	1.3	1.3	-	-	-	2.3
22	7.5	8.9	11	1.4	12	9.7	20	9.5	17	36	5.5	8.4
23	6.5	6.4	7.8	-	1.1	8.8	35	0.7	10	10	11	3.7
24	1.1	2.5	6.9	-	2.3	4.4	3.9	1.3	2.7	6.8	-	2.3
25	-	-	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
26	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
27	-	-	-	36	-	-	-	1.0	-	-	8.1	-
28	1.3	0.7	-	-	2.2	-	2.3	-	0.8	4.5	2.3	1.8
29	12	5.3	6.0	6.3	3.0	6.0	9.6	4.2	4.4	7.0	1.5	9.1
30	5.1	2.4	-	18	3.0	9.8	5.5	8.9	0.8	3.5	7.6	1.2
31	-	2.2	5.0	-	1.5	1.4	5.5	-	0.8	3.0	-	-
32	-	-	-	0.9	3.7	-	-	-	-	1.5	4.0	2.6
33	-	-	-	8.9	-	-	-	1.0	-	-	2.3	-
34	-	2.2	-	-	3.0	3.8	-	1.0	5.6	3.0	0.8	1.8
35	1.3	0.7	1.3	-	1.5	3.8	-	2.2	4.4	3.0	-	3.5
36	-	2.9	8.5	4.5	6.2	9.0	-	5.3	1.9	4.5	4.0	1.8
37	1.3	2.9	7.3	0.9	3.0	7.6	2.3	7.5	6.4	1.5	7.1	8.3
38	3.8	1.1	-	-	3.0	1.7	-	0.2	1.9	0.5	2.5	6.5
39	-	0.1	1.3	-	-	1.4	-	-	3.6	-	-	0.9
40	-	1.5	-	-	-	0.7	1.4	2.0	2.8	-	0.8	1.8
41	-	1.6	-	0.9	-	1.4	1.4	-	1.9	-	0.8	0.9
42	3.8	5.3	2.5	0.9	10	21	17	2.0	9.2	10	12	13
43	-	1.5	5.0	0.9	-	-	1.4	-	-	-	0.8	-
44	13	6.1	5.0	3.6	7.7	2.1	1.4	12	6.4	8.5	4.0	8.3
45	5.1	-	-	0.9	-	-	-	1.0	-	-	-	-
46	-	-	1.3	-	1.5	0.7	-	1.0	-	6.0	0.8	-
47	5.1	-	-	-	0.7	1.4	0.9	1.0	4.4	-	0.8	2.6
48	2.6	1.7	8.0	1.0	2.0	5.7	13	2.8	5.6	16	1.5	0.6
49	-	2.2	1.3	-	-	-	0.9	2.0	0.8	-	-	-
50	14	23	16	0.9	10	5.2	6.0	16	5.6	6.0	5.8	4.4
51	3.8	2.2	-	-	-	-	2.3	1.0	0.8	1.5	-	2.6
52	9.0	24	6.0	-	7.7	3.1	6.9	-	9.2	12	3.3	2.6
53	-	-	2.5	4.5	-	-	-	-	-	-	0.8	-
54	5.1	-	-	-	7.0	3.1	2.8	2.0	2.8	-	0.8	-
55	-	-	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-
56	1.3	0.7	5.0	2.7	7.0	1.4	2.3	11	1.9	-	5.6	-
57	-	-	-	1.8	-	0.7	-	1.0	-	-	1.5	14
58	-	-	-	2.7	-	-	-	-	-	-	5.6	-

Table 39. (B) (Continued)

* Plankton whose percentage is less than 5% (The figures in brackets denote station numbers).

ZOOPLANKTON (large size)

Canthocalanus pauper (N3)
Neocalanus gracilis (B5, 30, 28, 26, 36, G1, U5, B83)
N. robustior (N4)
Undinula vulgaris (B24, 36, G2)
Eucalanus attenuatus (I4, B9, 30, 28, 24, U3, N2, 3, B83, 81, 79, 21)
E. elongatus (H3, N3)
E. macronatus (I1, B7, 9, G2, B19)
E. pileatus (I2, B3, 28, 26, 34, 36, H2, B19, 21)
E. subcrassus (B21)
Rhincalanus cornutus (I1, B7, 30, 28, G1, H4, B81, 19, 21)
Aetideus actus (H4, B79)
Euchirella areata (N4)
E. messinensis (G5)
E. curticauda (G5, U4)
E. juv. (B3, 5, H2-4)
Chirundina streetsi (G1)
Undeuchaeta plumosa (H2, U4)
U. juv. (H2, N2)
Euchaeta wolfendeni (I1-3, B7, 26, 36, N2, B21)
E. longicornis (B5, 30, H1, 3)
E. concinna (B7, 28, 36, G1)
E. plana (B7, 28, 36, G1, U2, B83)
E. media (B24, H1, U4, N3, B83)
E. spinosa (U5)
Pareuchaeta russelli (B3)
Phaenna spinifera (B9)
Xanthocalanus sp. (I4)
Scottocalanus securifrons (B5, 81)
Scaphocalanus affinis (N3)
Scolacithricella vittata (B3, 5)
S. dentata (U5)
S. emarginata (I4, H1, U2, N2)
S. juv. (U5)
Centropages gracilis (I2, N2)
C. juv. (N2)
Pleuromma xiphius (B3, 5, 24, G1, 5, H2, U4, B83, 21)
P. robusta (B30, 21)
Haloptilus longicornis (I1, B9)
Arietillus setosus (H3)
Candacia aethiopica (G4, 5)
C. catula (I3, G2)
C. truncata (B7, 36, G5)
C. hispidosa (I4, G2, N1)
C. longimana (G5)
Pontella juv. (U4)
Pontellina plumata (N2)
Sapphirina nigromaculata (B7)
S. intestinata (I2, 35)
S. darwini (B7, 30)
S. opalina (B7)
S. stellata (B7)
Copilia vitrea (B79)
C. quadrata (B38, U3)
C. mirabilis (B28)
C. lata (I1, B3)
C. elliptica (B26)
C. juv. (B38, U4)
Lucifer raynaudii (I1, B3, 36, G1, 5, N4, B19, 21)
Mysidacea (B3, H4, N3, B83, 81, 79)
Sagitta hexaptera (I3, 4, B30, 26, 24, 38, G2-5, H3, H4, U3-5, N2-4, B81, 79, 21)
S. ferox (N2)
S. robusta (B28)
S. bipunctata (G4, H1, N3)
S. bedoti (I2, B5, 7, 34, 36, H1, 2, U2, N1, B21)
S. serratodentata atlantica f. pseudoserratodentata (I3, 4, B24, 38, G5, H3, U4, 5, N3, 4, B81)
S. regularis (I2, B30, 26, 34, 36, 38, G4, H2, U2, U3, N2, B83, 79, 19, 21)
Krohnitta subtilis (I4, B28, 24, G5, H3, 4, U3, B21)
K. pacifica (I3, G1)

ZOOPLANKTON (small size)

Globigerina bulloides (I1, 2, B7, 30, 28, 36, 38, G3, H1, N2-4, B81, 19)
Foraminifera misc. (I1, 3, 4, B7, G3, 4, H1, 4, U2, 3, N2, B81, 19)
Acanthometron pellucidum (I1, 2, H2, U4, B19, 21)
Eucalanus juv. (I1, 2, B3, 9, G1, 2, 5, N1-4, B19, 21)
Acrocalanus spp. (I1, B7, 30, 28, 26, 21)
A. juv. (I1-3, B5, 9, 30, 28, 24, G5, H1)
Calocalanus pavo (I1, 2, G1, H3)
C. plumulosus (I2, 4, G5, H4, U3, N4)
Clausocalanus furcatus (I1, 2, 4, B3, 5, 7, 30, 28, 34, 36, G1, H2, U2, N1, 2, B83, 19, 21)
Lucicutia ovalis (I4)
L. juv. (I4)
Candacia juv. (I1, B3, 9, 24, G5, H1-3, U2, 4, B81, 19)
Acartia clausi (H1, 2)
A. steuerei (H2)
A. densa (G4, H1, 2)
A. negligens (I2, B5, 7, 30, 28, 24, 38, G1-5, U4, N2-4, B83, 81, 79, 21)
A. juv. (I3, 4, B26, 36, H2, 4, U3, 4, N4)
Oithona setigera (I1, 2, B3, 9, 28, 26, N4)
O. similis (B34, G1, H1, U2)
Oncaea mediterranea (I1, B5, G5, H2-4, U2, 4, 5, N1-3)
O. conifera (I1, 4, B3, 5, H3)
Lubbockia marukawai (H1)
Sapphirina juv. (B19)
Conchoecia spp. (I3, 4, B3, 9, 28, G5, H2, 3, N3, 4, B81, 19)
Evadne tergestina (I1, B34, G1, H1, 2, U2, N1, B19)
E. nordmanni (H2, U2)
Pteropoda misc. (I4, B26, 38, H4, U3, B19)
Oikopleura albicans (N3)
O. cophocerca (B5, 38, G4, H3, 4, U4, N3, B81)
O. dioica (B9, 34, H1, U3)
Oikopleuridae (B3)
Fritillaria borealis f. sargassi (I1, H2-4, U2-4, N2, 4, B81, 19)
F. formica (I1, G4, H2, 3, B21)
F. haplostoma (I3)
F. sp. (B24, G1)
Appendicularia sicula (B83)
Doliolum denticulatum (I4, G1, 3-5, U3-5, N4, B83, 81, 21)
D. juv. (I3, B5, 7, 9, 30, 34, 38, G4, 5, H4, U2, 4, 5, N2-4, B83, 81, 79)
Gastropoda veliger (I1, B7, 28, G5, H1, 2, U4, N2-4, B83)
Mysis larva (I3, 4, B24, 34, 36, G1, 5, H1-4, U2, 3, 5, N1-4, B83, 81, 79, 19, 21)
Polychaeta larva (I1-4, B3, 5, 7, G1-3, 5, H2, U4, N2, B81, 79, 19, 21)
Fish larva (I1, 4, B3, 9, G1, 5, H1-3, N1, 3, 4, B83, 81, 19, 21)
Other larvae (I1, 4, G5, 7, 28, G5, H1-3, N1, 2, B21)

Table 40. Plankton observations, south of Honshū, Shumpū Maru, May 1959 #

(A) Microplankton

A Station	B12	B15	B18	B20	B23	B25	J1	J2	J3	B9	K1	K2	K3
B Location Lat. N	31-14	31-28	31-48	32-00	32-17	32-32	32-40	32-13	31-37	31-00	33-20	32-40	32-00
Long. E(=100°)	32-58	31-46	32-18	33-00	32-00	32-27	33-14	33-23	33-41	34-00	34-30	34-30	34-30
C Date	5-11	5-11	5-13	5-13	5-14	5-14	5-10	5-10	5-10	5-11	5-16	5-17	5-17
D Time	1200	2020	1500	2035	0340	0735	1021	1510	2050	0220	2354	0528	1122
E Num. of total plankton/L	37(1)	21(3)	75(3)	43(3)	59(3)	78(3)	62(3)	58(3)	43(3)	16(2)	49(3)	92(3)	49(3)
F Num. of Diatomae/L	35(1)	20(3)	75(3)	43(3)	59(3)	78(3)	62(3)	58(3)	43(3)	16(2)	49(3)	92(3)	49(3)
G Num. of Dinoflagellata/L	2(0)	-	80(0)	-	-	-	-	-	-	80(0)	-	-	-
H Num. of plankton misc./L	20(0)	80(0)	40(0)	40(0)	-	-	40(0)	16(1)	-	-	-	-	40(0)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1 DIATOMEAE	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2 <i>Bacteriastrium elongatum</i>	-	0.8	4.6	3.5	2.2	1.2	1.2	0.5	1.9	-	1.0	2.1	3.5
3 <i>B. varians</i>	0.6	7.8	2.3	3.5	2.0	5.6	3.7	5.0	3.0	-	2.2	9.0	8.7
4 <i>Chaetoceros</i> total	6.5	6.0	64	61	67	78	84	48	50	15	46	55	46
5 <i>Chaetoceros</i> total	1.7	0.2	1.2	1.0	0.4	1.3	1.7	4.0	2.4	2.5	1.8	0.1	0.8
6 <i>Chaetoceros atlanticus</i> v. <i>neapolitana</i>	-	-	-	0.3	-	0.4	0.7	1.0	1.1	-	-	-	0.2
7 <i>Chaetoceros</i> total	4.5	60	63	60	66	71	58	44	47	13	44	55	45
8 <i>Chaetoceros affinis</i>	2.3	9.0	5.0	8.9	18	29	8.5	6.9	18	13	8.2	3.7	10
9 <i>C. affinis</i> v. <i>willei</i>	-	2.9	2.7	0.1	3.0	8.8	1.8	3.6	0.1	-	7.8	1.7	4.9
10 <i>C. compressus</i>	-	38	42	39	39	25	35	24	18	-	8.2	40	26
11 <i>C. lorenzianus</i>	2.3	7.4	7.4	5.1	2.1	3.0	3.0	4.2	5.7	-	3.9	3.2	2.0
12 <i>C. pseudocurvisetus</i>	-	-	0.6	1.9	1.4	0.1	0.9	2.8	-	-	-	-	-
13 <i>C. socialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	0.2	-
14 <i>Dactylosolen mediterraneus</i>	-	-	0.7	-	0.1	0.2	-	1.9	1.7	-	1.2	-	-
15 <i>Ricampia cornuta</i>	-	0.8	1.3	1.9	0.2	0.1	1.8	1.2	1.7	2.5	1.0	1.0	0.2
16 <i>Leptocylindrus danicus</i>	2.8	2.9	7.3	7.4	7.8	7.3	9.1	5.4	6.5	2.5	29	6.4	14
17 <i>L. minimus</i>	8.0	3.9	0.7	2.4	2.8	2.1	2.9	3.1	2.9	-	1.2	3.8	1.7
18 <i>Navicula</i> spp.	11	2.5	0.4	1.7	0.5	0.8	0.8	0.8	0.4	25	2.7	0.6	0.6
19 <i>Nitzschia closterium</i>	11	5.7	1.7	2.5	1.4	2.4	2.7	4.3	5.4	-	0.6	3.4	4.1
20 <i>N. delicatissima</i>	14	2.4	8.7	4.2	9.3	5.0	14	20	16	5.0	5.1	12	9.4
21 <i>N. seriata</i>	-	2.3	2.2	1.5	1.4	1.0	2.2	2.6	3.0	10	1.8	-	1.8
22 <i>Rhizosolenia</i> total	4.5	4.9	1.8	5.9	2.2	1.2	4.0	2.9	2.6	23	1.4	3.7	5.3
23 <i>R. alata</i>	-	-	-	-	-	-	0.4	0.5	-	-	-	0.1	0.4
24 <i>R. alata</i> f. <i>gracillima</i>	0.6	1.0	0.6	0.4	0.3	0.5	0.5	1.0	0.6	-	-	0.6	1.4
25 <i>R. calcar avis</i>	-	0.4	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	-	0.4	-	-	-	0.1
26 <i>R. stouterfordii</i>	1.7	3.1	0.7	4.5	1.7	0.5	1.8	1.0	0.3	18	1.2	2.8	2.4
27 <i>R. styliformis</i>	2.3	0.2	0.3	0.7	-	0.1	1.1	0.3	1.3	5.0	-	0.1	0.8
28 <i>Skeletonema costatum</i>	-	-	0.5	0.9	0.3	0.3	1.3	-	0.3	-	4.3	1.0	1.1
29 <i>Thalassionema nitzschioides</i>	32	0.6	0.2	0.8	0.3	-	0.5	-	0.4	2.5	0.4	0.6	0.4
30 <i>Thalassiosira subtilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	10	0.2	-	-
31 <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	2.3	1.2	0.4	0.8	0.7	0.5	0.2	0.8	0.4	-	-	0.1	0.1
32 DINOFLAGELLATA	100	-	100	-	-	-	-	-	100	-	-	-	100
33 <i>Ceratium furca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34 <i>C. fusus</i>	100	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	100
35 <i>C. tripos</i>	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36 <i>Peridinium conicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-

Operated by the Kobe Marine Observatory. Plankton organisms in 500 cc surface sea water were settled and centrifuged; identified by F. Ogawa.

Table 40.(A) (Continued)

A	K4	G1	G2	G3	G4	G5	B45	B46	B47	B48	H1	H2	B49	B54	U2	U3	U4
B	31-20	33-20	33-00	32-20	31-40	31-00	33-17	33-00	32-41	32-33	34-00	33-40	33-20	34-20	34-00	33-20	32-40
C	34-30	35-40	35-40	35-40	35-40	35-40	35-56	36-10	36-27	36-40	36-40	36-40	36-40	37-40	37-40	37-40	37-40
D	1617	1835	1505	0830	0350	2310	1025	1255	1625	1815	0815	0415	0115	1945	2240	0412	1010
E	88(2)	49(3)	42(3)	12(4)	39(3)	62(1)	49(3)	25(3)	77(3)	99(2)	45(3)	62(2)	41(3)	82(2)	42(2)	30(2)	40(1)
F	88(2)	49(3)	41(3)	12(4)	39(3)	61(1)	49(3)	25(3)	70(3)	98(2)	45(3)	62(2)	41(3)	80(2)	41(2)	30(2)	39(1)
G	20(0)	40(0)	40(0)	30(1)	40(0)	2(0)	-	-	80(0)	12(1)	16(1)	-	-	16(1)	40(0)	40(0)	6(0)
H	-	40(0)	80(0)	-	-	2(0)	10(1)	40(0)	70(2)	-	24(1)	-	80(0)	-	40(0)	-	2(0)
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	1.4	1.8	3.3	0.8	1.6	-	0.6	2.7	-	-	1.1	-	2.9	-	-	1.3	-
3	4.3	10	4.2	4.7	5.6	-	3.9	3.8	2.7	3.7	5.5	9.1	5.3	12	6.9	6.0	-
4	40	82	66	46	56	4.9	37	26	18	24	57	43	37	50	42	22	37
5	3.9	0.9	1.9	1.1	1.5	2.3	0.4	2.2	1.0	0.8	1.6	5.2	1.0	-	-	-	-
6	1.1	0.3	1.2	0.5	0.5	1.6	0.4	1.1	-	0.8	-	5.2	-	-	-	-	-
7	36	61	64	44	55	2.6	36	24	17	23	55	38	56	50	39	21	35
8	5.5	6.2	7.0	10	7.8	0.3	12	2.4	5.0	15	4.3	21	16	22	28	16	4.1
9	-	1.1	0.2	0.2	0.2	-	-	-	1.6	1.6	0.4	-	2.1	-	-	-	-
10	24	49	52	32	40	1.6	16	17	6.8	3.3	42	12	13	22	3.9	-	-
11	1.4	1.6	3.5	1.0	3.3	0.7	1.9	2.1	2.4	2.4	6.2	11.6	1.8	6.0	6.9	2.7	-
12	-	1.1	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	31
13	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-	-	2.6	-	-	-	-	-
14	1.1	0.2	0.8	0.1	1.4	-	1.4	1.7	0.1	-	2.5	6.5	2.1	-	-	1.3	1.0
15	0.5	0.3	0.4	0.2	0.6	0.3	0.2	1.4	1.7	-	-	-	0.2	4.0	-	-	-
16	12	7.3	0.6	9.9	8.8	1.6	8.0	7.6	8.1	3.3	12	2.6	11	2.0	18	18	5.1
17	1.4	0.7	1.1	2.4	1.6	3.9	-	0.8	5.1	6.5	0.9	-	-	-	-	3.3	-
18	3.9	0.7	1.2	0.1	0.8	62	1.9	2.1	1.4	8.2	0.7	1.3	1.8	2.0	6.9	6.7	25
19	3.4	1.9	1.9	3.3	2.4	0.7	2.3	4.0	2.8	3.7	0.9	-	3.5	6.0	3.9	1.3	1.0
20	15	8.1	11	20	11	4.9	22	23	38	34	5.5	22	13	6.0	3.9	3.3	2.0
21	1.8	0.4	1.6	1.7	1.2	2.6	5.8	3.6	3.3	0.8	2.3	-	0.8	-	1.0	11	1.5
22	4.3	2.3	4.5	2.3	4.7	5.2	3.9	5.1	2.3	2.9	2.3	3.9	0.8	4.0	7.8	13	24
23	0.7	-	1.4	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.1
24	0.5	0.4	0.5	0.2	0.6	4.6	0.2	0.3	-	1.6	0.7	-	-	-	1.0	4.0	9.1
25	0.2	0.5	0.2	0.2	0.1	-	-	0.2	0.1	0.4	-	-	0.4	2.0	1.0	8.0	0.5
26	2.3	1.1	1.4	1.3	1.1	-	2.7	4.4	1.8	0.4	1.4	2.6	0.2	-	-	0.7	-
27	0.7	0.1	0.3	0.2	1.3	0.7	0.2	-	0.1	0.4	0.2	-	-	2.0	5.9	-	5.6
28	6.6	0.9	0.4	5.4	0.2	1.6	7.0	9.8	8.2	7.8	4.3	6.5	15	12	4.9	2.7	1.0
29	1.6	0.2	-	0.4	0.3	4.9	1.0	4.7	4.6	-	1.2	-	1.0	-	-	0.7	-
30	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	0.6	0.9	0.5	1.0	3.3	2.7	1.3	1.6	1.2	2.3	2.6	2.5	-	2.0	5.3	-
32	100	100	100	100	100	100	-	100	100	100	100	-	-	100	100	100	100
33	100	-	-	-	-	-	-	-	-	33	50	-	-	100	100	100	67
34	-	100	100	100	100	100	-	-	100	33	50	-	-	-	-	-	33
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-

Table 40. (A) (Continued)

A	U5	U6	B65	B67	B70	B71	B73
R	32-00	31-20	31-39	31-55	32-22	32-20	33-00
	32-40	32-40	32-00	36-20	35-20	35-00	35-00
C	5-25	5-25	5-26	5-26	5-26	5-26	5-26
D	1620	2200	0745	0745	1455	1750	2220
F	65(1)	32(1)	15(2)	52(2)	12(3)	42(2)	22(3)
F	64(1)	27(1)	15(2)	51(2)	12(3)	39(2)	24(3)
G	12(0)	40(0)	27(0)	-	26(1)	16(1)	-
F	4(0)	2(0)	14(0)	40(0)	40(0)	16(1)	12(1)
1	100	100	100	100	100	100	100
2	-	-	2.5	-	8.8	-	3.8
3	1.3	0.7	3.9	3.1	6.7	6.1	8.6
4	7.2	-	22	34	47	47	53
5	1.9	-	8.6	2.3	2.0	0.5	4.1
6	-	-	3.1	0.8	0.9	-	1.6
7	5.3	-	14	32	45	46	49
8	1.3	-	2.3	5.9	6.4	0.5	4.3
9	-	-	-	-	-	-	-
10	1.3	-	6.2	20	29	38	39
11	1.9	-	5.6	2.7	6.5	6.1	3.6
12	-	-	0.3	-	-	-	-
13	-	-	-	-	0.2	-	-
14	-	0.7	0.8	0.4	0.4	-	0.5
15	-	-	0.1	0.8	0.4	-	-
16	1.6	27	18	16	9.1	12	5.3
17	20	2.2	1.3	0.4	2.7	6.1	5.3
18	4.2	11	14	7.4	0.7	7.1	2.5
19	0.9	0.7	1.2	1.6	0.7	1.0	3.1
20	1.6	3.0	0.7	9.0	6.4	3.6	3.1
21	1.9	6.7	2.8	1.2	0.7	4.1	0.8
22	22	44	21	4.7	2.5	4.1	4.1
23	10	-	1.9	-	0.6	-	0.2
24	10	43	10	-	0.7	-	1.8
25	-	-	2.3	-	-	-	0.5
26	1.3	-	1.1	2.7	0.1	3.1	0.7
27	0.3	1.5	4.6	2.0	0.4	0.5	0.8
28	-	1.5	1.9	11	7.1	-	1.3
29	-	-	-	3.5	-	2.0	-
30	-	-	-	-	-	-	-
31	0.3	-	4.6	2.7	2.7	5.1	3.5
32	100	100	100	-	100	100	-
33	33	20	-	-	29	-	-
34	67	80	50	-	71	25	-
35	-	-	25	-	-	63	-
36	-	-	-	-	-	13	-

* Plankton diatoms whose percentage is less than 4%
(The figures in brackets denote station numbers).

- Asterionella japonica* (B20)
Bacteriastum comosum (B15, 18, 65, 70)
Cenataulina bergonii (B18, 20, 23, 25, J1-3, B9, K2, 3, G1, 3-5, B45-48, H1, J3, B65, 67, 70, 73)
Chaetoceros coarctatus (B20, J2, 3, K4, G1, 4, H1, B65)
C. danicus (B18, 20, 23, 25, J1-3, K1-4, G1-5, B46, 47, H1, B49, U3, 5, B65, 67, 70, 73)
C. densus (K1, 4)
C. sibonii (B18, 20, 23, 25, J1-3, K1, 4, G1, B49, 65, 67)
C. pendulus (B15, 18, 20, 23, 25, J1-3, B9, K3, G2, 3, 5, H1, B49, U3-5, B65, 70, 73)
C. peruvianus (B12, 18, 25, J1-3, K1, G1, B67)
C. saltans (B18, U5, B65, 70, 71, 73)
C. anastomosans (B20, J3, K3, G1, B46-48, H1, B67, 70)
C. brevis (J1, 3, K2-4, G1-4, B45, 49, 73)
C. curviusetus (B15, 18, 20, 23, 25, J1-3, K1-4, G1, 2, 4, B45, 46, 65)
C. decipiens (B18, 23, 25, J1-3, K1, G1, 4, U4, B70)
C. didymus (B18, 23, 25, J2, K3, 4, B45-47, 65)
C. didymus v. anglica (B20, 23, 25, J1, 2, K1, 2, G1, 3, 4, B45-47, 49, U3, 5, B65, 70, 73)
C. distans (B15, 18, 20, 23, 25, H1, B65)
C. diversus (J2, B45, 70)
C. messanensis (B15, 18, 20, 23, 25, J1, 3, K2, 3, G1, 2, 4, H1, B49, 67, 70)
C. subsecundus (B15, 18, 20, 23, 25, J1-3, K1-4, G1, 3, 4, B45, H1, B71, 73)
Climacodinium biconcavum (B12, 15, 18, 20, 23, 25, J1-3, K3, G2, 4, B46, 48, U3, 5, B65, 70, 73)
C. frauenfeldianum (B15, 18, J1-3, K3, G2)
Corethron hystrix (B12, 15, 18, 20, 23, 25, J1, K1-4, G1, G3-5, B45-48, H1, B49, 54, U3, B65, 67, 70, 71, 73)
Coscinodiscus radiatus (B15, 23, G5, B2)
Ditylum brightwellii (B18, K1)
Eucampia zoodiacus (B20, J1, 2, K2, 4, G3, B45, H1)
Grammatophora sp. (J2, K2, 4, G1, 2, B45, 46, U5)
Guinardia flaccida (J1-3, K1, 4, B73)
Hemiaulus hauckii (B15, 18, 20, 23, 25, J1-3, B9, K1-4, G1-5, B45-48, H1, B49, U3, 4, 6, B65, 67, 70, 71, 73)
H. sinensis (B25, J1-3, K4, G2, H1)
Lauderia borealis (B18, 20, 23, 25, J1-3, K3, G4, B47, 49, 65, 73)
Navicula membranacea (B12)
Nitzschia longissima (B12, 15, 23, 25, J2, 3, K4, G1-4, B47, 49, U6, B73)
N. paradoxa (J2)
Pleurosigma sp. (B15, 18, 23, H2, U5, B67)
Rhizosolenia bergonii (B15, 18, 20, 23, 25, K3, G1, 2, 4, B49, 65)
R. castracanei (G1)
R. fragilissima (G2-4, B45)
R. setigera (K1, 3, G1-3, B45-47, 65, 70, 73)
R. styliformis v. latissima (G2, B65, 71)
R. cylindrus (B2, U3, B70)
Thalassiothrix longissima (B12, 23, 25, K2, G2, B47, H1, B49, 67, 73)

§ Plankton misc.

- Trichodesmium thioabauti* (B47, U2)
Dictyocha fibula (G5, B46, B67)
Noctiluca scintillans (J2, G2, U4, B65, B71, B73)
Salpingella spp. (B12, J2, H1, U5, B65, B73)
Tintinnopsis cylindrica (J1)
Copepoda nauplius (B12, B15, B18, B20, G1, G2, B45, B49, U5, U6, B65, B67, B70, B71, B73)

Table 40. (B) Macroplankton #

A Station	B12	B15	B18	B20	B23	B25	J1	J2	J3	K1	K2
B Location Lat. N	31-14	31-28	31-48	32-00	32-17	32-32	32-40	32-13	31-37	33-20	32-40
Long. E(+100°)	32-52	31-46	32-16	33-00	32-27	32-27	33-14	33-23	33-41	34-30	34-30
C Date	5-11	5-11	5-13	5-13	5-14	5-14	5-10	5-10	5-10	5-16	5-17
D Time	1200	2020	1502	2035	0340	0735	1021	1510	2050	2354	0528
E Hauled distanced (M)	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100
F Wire angle	41	-	29	33	20	15	44	35	15	20	6
G Water strained (±3)	15.8	10.0	14.7	15.6	11.7	12.4	16.2	15.3	15.6	14.2	12.6
H Settling volume (cc/m3)	0.37	2.60	0.56	2.12	2.14	0.61	0.62	0.41	1.41	1.05	0.49
I Num. of zooplankton/m3	21(1)	57(1)	31(1)	39(1)	89(1)	39(1)	33(1)	29(1)	83(1)	76(1)	33(1)
J Num. of zoopl. (large size)	20(0)	12(1)	17(0)	55(0)	93(0)	21(0)	50(0)	21(0)	54(0)	61(0)	22(0)
K Num. of zoopl. (small size)	19(1)	45(1)	30(1)	33(1)	80(1)	37(1)	28(1)	27(1)	78(1)	70(1)	31(1)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1 ZOOPLANKTON (large size)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2 Calanus helgolandicus	-	-	-	1.8	1.5	4.8	9.1	3.8	6.7	1.0	1.4
3 C. tenuicornis	2.6	-	-	2.7	4.4	2.9	-	3.8	2.8	1.0	2.7
4 C. minor	15	-	-	0.9	-	1.4	3.0	1.4	0.9	1.8	-
5 Undinula cerwinii	9.2	0.7	-	-	0.8	1.4	-	-	2.8	1.0	-
6 Eucalanus pileatus	2.6	0.7	22	-	1.5	4.8	7.1	6.1	1.9	2.8	4.5
7 E. subtennis	4.1	36	6.4	20	38	18	44	34	19	21	30
8 Rhinocalanus nasutus	1.5	-	-	0.9	3.8	6.2	2.0	4.7	0.9	2.8	9.9
9 Euchaeta marina	10	-	-	-	0.8	-	-	-	1.9	1.0	-
10 Scolecithrix danae	-	-	-	0.9	0.8	-	-	1.4	0.9	3.6	-
11 Pleuromamma abdominalis	-	5.4	1.8	7.4	4.4	-	-	-	5.7	7.4	-
12 P. gracilis	-	7.4	-	36	11	-	-	-	9.4	16	-
13 Sapphirina darwinii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 Amphipoda misc.	-	4.0	-	-	0.8	1.4	7.1	4.7	1.9	2.8	7.2
15 Euphausiidae misc.	-	8.1	-	4.7	4.4	1.4	-	-	1.9	1.0	-
16 Sagitta enflata	1.5	3.4	27	3.1	3.0	1.4	2.0	7.6	2.8	1.0	7.2
17 S. bedoti	-	2.0	1.8	0.9	0.8	20	2.0	6.1	5.7	8.2	5.9
18 S. serratodentata (juv.)	21	4.0	-	1.8	3.0	-	1.0	3.8	1.9	7.4	8.6
19 S. minima	13	17	33	5.6	9.0	28	15	14	14	7.4	16
20 Pterosagitta draco	10	-	-	-	-	1.4	1.0	-	-	-	-
21 ZOOPLANKTON (small size)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
22 Globigerina bulloides	-	-	9.1	3.0	0.9	43	1.8	1.8	1.3	1.6	-
23 Radiolaria misc.	-	7.1	15	1.5	19	12	25	19	5.3	1.6	11
24 Noctiluca scintillans	-	-	2.7	1.5	-	0.8	1.8	16	31	1.6	2.9
25 Hydromedusae	8.0	3.6	4.7	4.5	1.6	3.5	5.4	6.6	2.6	4.8	7.1
26 Calanus juv.	6.4	0.4	2.0	3.6	2.1	3.0	1.4	2.2	1.4	1.1	4.2
27 Mecynocera clausi	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
28 Paracalanus aculeatus	-	1.8	-	3.0	0.9	-	7.2	-	3.3	1.6	1.9
29 P. parvus	-	1.8	-	-	-	7.0	-	1.1	0.6	-	-
30 Clausocalanus arcuicornis	1.6	3.6	-	1.5	2.6	1.6	-	-	-	2.3	-
31 Para-Clauso-Calanus juv.	2.7	-	1.0	-	9.5	-	-	1.8	0.6	8.0	4.2
32 Ctenocalanus vanus	5.3	1.8	1.7	1.5	2.6	0.8	-	3.7	0.6	4.8	1.0
33 Lucicutia flavicornis	1.6	-	-	3.0	-	-	0.0	1.8	0.6	0.9	1.0
34 Pleuromamma juv.	-	5.3	-	-	2.6	-	-	-	1.4	2.6	-
35 Oithona plumifera	13	16	1.0	9.3	3.5	9.7	9.0	5.9	3.2	4.0	10
36 Oncaea venusta	8.0	8.9	-	14	11	15	3.6	1.1	6.6	13	-
37 O. mediterranea	-	5.3	-	1.5	0.1	-	0.4	1.1	0.6	1.6	1.0
38 Corycaeus spp.	2.7	-	1.7	-	0.9	0.8	0.7	-	-	0.9	-
39 Penilia schmackeri	-	-	3.7	1.5	-	4.3	1.8	1.1	13	11	2.9
40 Sagitta juv.	6.9	9.5	11	9.0	6.3	11	5.8	12	5.7	5.8	4.5
41 Oikopleura fusiformis	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42 O. longicauda	8.0	-	3.7	3.0	0.1	2.7	5.4	2.9	1.3	3.1	4.2
43 O. juv.	5.3	3.6	10	4.5	4.3	5.1	-	1.1	3.3	1.6	6.1
44 Fritillaria juv.	9.6	1.8	8.1	18	8.6	1.6	7.2	5.9	0.6	2.4	11
45 Doliodium denticulatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46 Nauplius stage larva	-	-	-	-	-	0.8	5.4	-	0.6	-	6.1

Operated by the Kōbe Marine Observatory. Collected by O-net;
identified by K. Furuhashi.

Table 40. (B) (Continued)

A	K3	K4	G1	G2	G3	G5	H1	H2	U2	U3	U4	U5	U6
B	32-00	31-20	33-20	33-00	32-20	31-00	34-00	33-40	34-00	33-20	32-40	32-00	31-20
	34-30	34-30	35-40	35-40	35-40	35-40	36-40	36-40	37-40	37-40	37-40	37-40	37-40
C	5-17	5-17	5-18	5-18	5-18	5-17	5-20	5-20	5-24	5-25	5-25	5-25	5-25
D	1122	1617	1835	1505	0830	2310	0815	0415	2240	0412	1010	1620	2200
E	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100
F	5	18	35	46	45	30	35	53	35	9	22	18	8
G	12.6	13.5	15.3	15.4	16.0	14.6	15.0	17.8	15.3	13.7	14.4	13.2	10.9
H	0.35	0.56	0.52	0.42	0.52	0.66	0.39	0.56	0.63	0.73	0.49	1.26	1.00
I	30(1)	29(1)	32(1)	36(1)	26(1)	28(1)	19(1)	21(1)	54(1)	28(1)	27(1)	51(1)	47(1)
J	29(0)	19(0)	21(0)	24(0)	7(0)	27(0)	7(0)	21(0)	44(0)	29(0)	21(0)	40(0)	47(0)
K	27(1)	27(1)	20(1)	34(1)	26(1)	25(1)	19(1)	19(1)	50(1)	25(1)	24(1)	47(1)	42(1)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	7.6	1.6	12	1.2	-	-	5.5	4.3	1.2	-	-	1.5	-
3	5.5	11	-	5.4	4.6	1.9	1.4	3.3	0.7	2.1	1.4	3.8	-
4	1.0	6.4	2.3	-	-	15	-	6.2	1.8	5.9	6.5	1.5	4.7
5	-	7.9	6.1	-	-	-	-	5.2	3.7	-	-	0.8	-
6	3.5	-	2.3	1.2	20	-	11	0.9	1.2	-	0.5	-	1.5
7	15	1.6	16	49	4.6	7.2	6.9	11	32	3.1	12	9.8	-
8	2.1	-	3.7	1.2	-	-	1.4	0.9	-	-	0.5	-	-
9	-	-	1.4	-	-	-	-	5.2	2.3	-	-	-	-
10	-	-	2.3	-	-	-	-	7.1	4.8	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	5.3	-	-	1.8	-	-	-	0.9
12	-	-	-	-	-	5.3	-	8.5	4.8	11	-	-	11
13	-	1.6	-	-	-	-	-	1.9	-	1.0	-	5.3	-
14	2.1	4.8	1.4	2.1	-	7.2	1.4	0.9	4.8	2.1	3.3	0.6	-
15	-	1.6	-	1.2	-	7.2	-	6.2	3.7	4.2	-	-	6.9
16	7.6	3.2	4.7	1.2	20	3.0	16	3.3	3.0	-	0.5	-	0.9
17	4.5	-	7.5	2.1	7.7	-	23	-	-	-	-	-	-
18	4.5	13	15	6.6	-	9.1	-	7.1	6.0	20	8.9	18	7.7
19	37	18	12	20	39	7.2	26	4.3	6.7	26	46	38	53
20	-	-	1.4	-	-	19	-	3.3	0.7	9.0	5.6	9.1	24
21	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
22	3.3	1.1	1.0	2.4	2.0	1.2	2.7	3.6	1.0	2.4	1.2	0.6	1.0
23	22	7.7	7.0	11	12	6.3	10	2.1	5.2	6.0	2.9	3.2	3.6
24	2.2	-	1.7	3.9	2.7	-	1.6	-	0.6	-	-	-	-
25	6.1	4.4	1.0	1.5	2.7	5.5	4.3	2.1	1.0	4.8	2.9	3.2	2.6
26	0.7	1.5	1.3	0.9	3.1	2.8	0.5	4.2	4.8	3.6	3.7	4.9	1.9
27	-	-	0.0	-	-	11	-	1.0	1.6	6.0	5.7	3.2	1.0
28	2.2	-	1.0	1.5	2.0	-	0.5	2.1	5.8	-	-	-	-
29	1.1	-	-	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	3.3	5.3	1.5	-	2.0	-	-	2.0	-	0.4	0.6	1.7
31	-	3.3	7.6	3.9	-	5.5	2.1	8.3	1.0	4.8	4.1	5.1	3.6
32	2.2	2.2	8.6	6.8	-	-	-	1.0	-	-	1.6	2.6	1.0
33	-	2.2	-	-	-	3.1	-	3.6	1.0	3.6	5.7	2.6	4.3
34	-	-	1.0	-	-	-	-	4.7	0.6	2.4	-	-	1.7
35	13	8.8	1.7	9.2	6.7	2.0	16	3.6	7.2	9.2	14	3.8	5.3
36	3.3	6.6	8.6	0.9	-	-	2.7	8.3	10	1.2	2.9	3.2	1.7
37	-	1.1	1.7	1.5	-	1.2	-	1.0	1.0	1.2	2.9	1.3	1.0
38	1.1	3.3	1.0	0.9	-	1.2	0.5	5.7	5.2	2.4	1.6	1.9	2.6
39	3.3	-	5.3	7.7	3.9	-	6.4	-	1.6	-	-	-	-
40	4.4	0.4	12	9.2	13	13	14	3.6	3.0	6.0	6.1	5.3	5.0
41	-	-	-	1.5	0.8	5.5	-	-	-	4.8	11	16	16
42	2.2	4.4	1.0	3.9	8.6	2.0	2.7	5.7	13	-	4.5	6.4	2.6
43	-	13	6.0	13	13	14	4.8	12	9.8	7.2	10	7.7	16
44	9.3	12	3.3	4.8	9.8	6.3	9.1	1.0	1.0	3.5	3.3	1.9	3.6
45	-	6.6	-	-	-	1.2	-	-	-	10	2.9	12	2.6
46	2.2	-	3.3	1.5	2.0	-	0.5	-	1.0	-	0.4	-	-

Table 40. (B) (Continued)

* Plankton whose percentage is less than 5% (The figures in brackets denote station numbers).

ZOOPLANKTON (large size)

Neocalanus gracilis (B12, J3, K2, 4, U6)
Undinula vulgaris (J3, U2)
Eucalanus attenuatus (B15, 20, 23, J1-3, K1, 2, 4, G2)
E. elongatus (B23, U4)
E. bungii f. *californicus* (B23, 25, K3)
E. crassus (B12, 15, 23, J1, 3, K1, G2, H1)
E. mucronatus (H2)
E. subcrassus (K3, G2, U2)
Rhincalanus cornutus (J3)
Euchirella rostrata (B23)
E. juv. (B15, 20, 23, J2, U2)
Euchaeta longicornis (B12, 23, J3, K4, H2, U2, 6)
E. plena (B23, J3, K3, G1)
E. media (G5)
E. spinosa (G5)
Pareuchaeta russelli (B23, J2, K1)
Scottocalanus securifrons (B20)
Scolecithricella emarginata (J3, G5)
S. dentata (U2)
Centropages gracilis (H2, U2)
C. furcatus (B23)
C. violaceus (G5)
Pleuromamma xiphias (J3, K1, U2, 6)
P. robusta (B20)
Heterorhabdus papilliger (B20, 23, 25, J2, 3, G1, G2, U2-4)
Haloptilus longicornis (G1)
H. acutifrons (U3, 5)
Candacia bipinnata (B20, J3, K1, H2, U2)
C. aethiopica (H2, U2, 5)
C. truncata (K4)
C. bispinosa (B15, H2, U2)
Labidocera acuta (U2)
Sapphirina gemma (B15, K3, 4, H2, U2)
S. angusta (G3)
S. nigromaculata (G2)
S. opalina (G1, U2)
S. scarlata (G5)
Copilia vitrea (U3, 6)
C. mirabilis (B12, 18, K4, U3)
C. lata (U3)
Myaidea misc. (B15, K4, U2, 3)
Lucifer reynaudii (B15, 18, 20, J1, 2, G1, H1, H2, U5)
Firolloida desmaresti (B20, J1)
Sagitta hexaptera (B12, 18, K4, G1, 5, H2, U3-6)
S. lyra (K2-4, H2, U2-6)
S. serratodentata pacifica (B20, 23, J3, K2, 4, H2, U2, 4, 5)
S. ser. atlantica f. *pseudoserratodentata* (J2, K4, G5, H2, U2-6)
S. bipunctata (K3)
S. neglecta (U2, 5)
S. regularis (B12, 23, J3, K1, 3, G1, U2)
S. crassa (B25)
Krohnitta subtilis (G5, H2, U2, 4-6)
K. pacifica (B15, 23, U2)
Salpa fusiformis (B15, 18, 20, K1, 2)
Thalia democratica f. *orientalis* (K4, H1)

ZOOPLANKTON (small size)

Foraminifera misc. (B15, 20, 25, J2, 3, G1-3, 5, H1)
Acanthometron pellucidum (B18, 25, J2, K2-4, G1-3, H1, U2, 6)
Eucalanus juv. (B25, J1, 3, K1, G1, 3, H1, U2)
Acrocalanus spp. (G1, 2, H2, U2)
Calocalanus pavo (B15, 18, 23, G1, H1, U2)
C. plumulosus (U6)
Clausocalanus pergens (B12, 15, 23, 20, 25, J3, K1, 2, 4, G1, H2, U2-4)
C. furcatus (B12, J3, G1, H2, U2)
Aetideus acutus (B23, K2, 4, U4-6)
Euchaeta juv. (B12, 15, 20, 23, 25, J1-3, K1-4, G1, 5, H1, 2, U2-6)
Scolecithrix juv. (B20, G1, U2)
Tamora discaudata (B15, 18, 25)
T. stylifera (B25)
T. juv. (B23, 25, H1)
Candacia juv. (B20, 23, J3, K1, 2, G2, 5, H1, 2, U2, 4-6)
Acartia danae (B18, J1, K1, G3, H1)
A. negligens (B12, 15, J1, K2, 4, G3, H1, U3-6)
A. juv. (K3, G3, U2, 3)
Gymnoplea juv. (B15, 18, 23, J1, 3, K1, 3, G2, 3, 5, H1, U6)
Cithona setigera (B12, 23, K2, 3, G2, 3, H1, U2, 4, 6)
C. juv. (B18, 23, K1, G1, 3, U5)
Eutерpe acutifrons (H2)
Glytemnestra scutellata (B15, 25, G5, U5)
C. rostrata (K3)
Oncaea conifera (B23, K1, H2, U5)
O. ornata (B20)
O. sp. (U2)
Lubbockia aculeata (G3)
L. squillimana (K3, U4, 5)
Sapphirina juv. (H1, 2)
Corycaeus juv. (B23, G2)
Conchoecia spp. (B23, J3, G5, H2, U2, 4)
C. juv. (B20, J3, K4, G5, U4-6)
Evadne tergestina (K1, U3)
E. nordmanni (K1)
Pteropoda misc. (B15, 20, 23, 25, J2, K4, G1, 5, H1, U2-4)
Oikopleura cophocerca (B18, K4, H2, U3-6)
O. dioica (H1)
O. rufescens (B12, 18, H2, U6)
Fritillaria borealis f. *sargassii* (B15, K2, 3, 4, H1, U3, 4, 6)
F. formica (B12, 18, 23, J3, K1, 2, 4, H1, 2, U5, 6)
F. haplostoma (B25, K2-4, H1, 2, U2, 4)
F. megachile (G3)
F. pellucida (B20, 23, J1, 2, K1-3, G1-3, H2)
Doliolum juv. (B12, J2, K4, G5)
Salpa juv. (B15, 18, J3, K2, 4, H1, U2, 3)
Gastropoda veliger (B12, 15, 23, J1, 2, K1, G1, 5, H1, U4-6)
Mysis larva (B12, 15, 23, 25, J1, K1-3, G1, 3, H1, 2, U2-6)
Polychaeta larva (B15, 18, 20, 23, 25, J1, 2, K1, 2, 4, G1, H1, 2, U2-6)
Pluteus larva (B15, 18, 23, 25, J1-3, K1, 3, 4, G1, H1, U2)
Lamellibranchia veliger (B15, B23)
Fish larva (B15, J1, K1, 2, 4, G5, H2, U2, 3, 6)
Fish eggs (J2, 3, K4, H1)
Other larvae (B18, J2, 3, K1, G2, 3, U4, 5)

